

Н. М. Ильин
Ю. Л. Тимофеев
В. Я. Ваняев

ЭЛЕКТРО- ОБОРУДОВАНИЕ АВТОМОБИЛЕЙ

Издательство
"ТРАНСПОРТ"

Н. М. ИЛЬИН, Ю. Л. ТИМОФЕЕВ, В. Я. ВАНЯЕВ

ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ АВТОМОБИЛЕЙ

ПЕРЕРАБОТАННОЕ И ДОПОЛНЕННОЕ

Допущено
Управлением учебных заведений
Министерства автомобильного
транспорта РСФСР в качестве
учебника для автотранспортных техникумов



МОСКВА «ТРАНСПОРТ» 1982

ББК 39.33

И46

УДК 629.113.066(075.3)

Рецензенты: канд. техн. наук А. М. Резник, Д. Б. Любимов

Зав. редакцией канд. техн. наук Ю. В. Миронов

Редактор Г. Д. Тишина

Ильин Н. М. и др.

И46 Электрооборудование автомобилей: Учебник для учащихся автотранспортных техникумов / Н. М. Ильин, Ю. Л. Тимофеев, В. Я. Ваняев. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Транспорт, 1982. — 262 с., ил., табл.

В книге рассмотрены устройство, работа, неисправности, проверка технического состояния и регулировка приборов систем электрооборудования наиболее распространенных автомобилей.

Книга предназначена в качестве учебника для учащихся автотранспортных техникумов по специальности «Техническое обслуживание и ремонт автомобилей». Учебник рассчитан на учащихся, знающих основы физики, электротехники и устройство автомобилей.

И 3603030000-999
И 049(01)-82

КЕ-25-15-82

ББК 39.33

6Т2.1

© Издательство «Транспорт», 1978
© Издательство «Транспорт», 1982,
с изменениями

В «Основных направлениях экономического и социального развития СССР на 1981—1985 годы и на период до 1990 года», принятых на XXVI съезде КПСС, предусматривается **«В автомобильной промышленности** ускоренно развивать производство грузовых автомобилей с дизельными двигателями. Освоить выпуск новых высокоэффективных карьерных автосамосвалов особо большой грузоподъемности, самосвалов общего назначения и автобусов с дизельными двигателями, увеличить производство прицепов и полуприцепов для автопоездов. Повысить топливную экономичность двигателей внутреннего сгорания за счет совершенствования их конструкций...

Разработать конструкции и организовать серийный выпуск специальных автомобилей и автопоездов высокой проходимости для сельского хозяйства, лесной промышленности и строительства.

Обеспечить создание и начать производство малотоннажных грузовых электромобилей с эффективными источниками тока для внутригородских перевозок».*

В одиннадцатой пятилетке автомобильный парк страны пополнится новыми автомобилями, автобусами и специализированными автомобилями с дизельными двигателями. Увеличится производство грузовых и легковых автомобилей с карбюраторными двигателями. Найдут более широкое применение автомобили с газобаллонными установками.

Большое внимание уделяется повышению надежности и долговечности автомобилей. Модернизация конструкций автомобилей улучшает многие эксплуатационные качества и облегчает условия труда водителей.

Производство высокоэффективного подвижного состава предъявляет особые требования и к электрооборудованию

* Материалы XXVI съезда КПСС. М.: Политиздат, 1981, с. 158.

автомобилей. В связи с этим совершенствование конструкции приборов электрооборудования автомобилей направлено на создание новых типов изделий, обладающих повышенной надежностью, долговечностью, требующих малого объема технического обслуживания.

Разрабатываются новые типы аккумуляторных батарей с большим сроком службы, требующих малого объема технического обслуживания. На всех автомобилях и автобусах будут применяться новые типы генераторов большей мощности с встроенными в них малогабаритными регуляторами напряжения на гибридных интегральных схемах. В генераторах будут применяться выпрямительные блоки с таблеточными диодами.

Как всегда уделяется внимание вопросу снижения трудоемкости монтажа и демонтажа изделий электрооборудования на автомобиле.

В электрооборудование автомобиля входят системы: электроснабжения; пуска двигателя; зажигания (для карбюраторных и газовых двигателей); освещения и световой сигнализации; приборов контроля и группы вспомогательных приборов, обеспечивающих отопление и вентиляцию кабины и кузова, очистку стекол кабины и фар, звуковую сигнализацию, радиоприем и другие вспомогательные функции. Под системой в данном случае понимают совокупность взаимосвязанных между собой приборов и аппаратов электрооборудования, выполняющих определенные функции при работе автомобиля. Все системы объединены бортовой электрической сетью, которая на автомобилях выполняется по однопроводной схеме соединения потребителей с источниками электрической энергии.

Изучение предмета «Электрооборудование автомобилей» должно обеспечить учащимся прочные знания по устройству и работе аппаратов и приборов систем электрооборудования, умение осуществлять контроль технического состояния их, определять и устранять эксплуатационные неисправности, выполнять регулировку приборов и аппаратов электрооборудования базовых моделей автомобилей отечественного производства ГАЗ, ЗИЛ, МАЗ, КамАЗ.

СИСТЕМА ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

§ 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Система электроснабжения предназначена для питания электрической энергией всех потребителей и поддержания постоянства напряжения в бортовой сети электрооборудования автомобиля. Система должна обеспечить надежную и долговечную работу всех потребителей электрооборудования автомобиля.

Источниками электрической энергии на автомобиле являются генератор и аккумуляторная батарея, включенные параллельно. Регулирование напряжения генератора в заданных пределах осуществляется регулятором напряжения. В систему электроснабжения (рис. 1) входят: генератор переменного тока 1 с встроенным в него выпрямителем 7, регулятор напряжения 2, аккумуляторная батарея 6, амперметр 4 и выключатель 3 цепи обмотки возбуждения генератора, конструктивно объединенного с выключателями систем зажигания и пуска. При неработающем двигателе аккумуляторная батарея 6 является источником электроэнергии для всех систем и приборов электрооборудования. В этот период работы она разряжается, а амперметр 4 показывает силу разрядного тока. При работающем двигателе и включенном выключателе 3 ток, поступающий в обмотку возбуждения 9, создает магнитное поле, которое при вращении ротора пересекает обмотку статора 8 генератора, и в ней индуцируется переменная э. д. с. Выпрямитель 7 преобразует переменный ток в постоянный. Когда напряжение генератора будет больше э. д. с. аккумуляторной батареи, ток от выпрямителя 7 поступает в обмотку возбуждения 9, на все включенные потребители 5 и на аккумуляторную батарею 6, осуществляя ее заряд.

При заряде аккумуляторной батареи амперметр 4 показывает силу зарядного тока.

§ 2. СТАРТЕРНЫЕ АККУМУЛЯТОРНЫЕ БАТАРЕИ

на автомобилях и автобусах применяются стартерные свинцово-кислотные аккумуляторные батареи. Батареи служат для питания стартера и всех потребителей электрической энергии при неработающем двигателе, а также для питания потребителей совместно с генератором, когда потребляемая ими сила тока превышает максимально допустимую для генератора величину.

а)

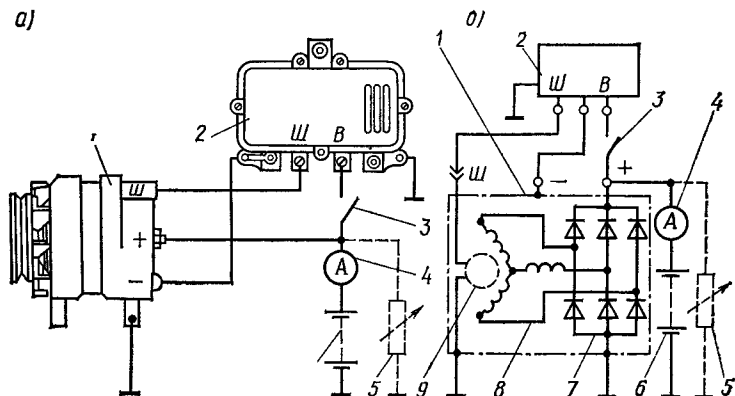


Рис. 1. Схема системы электроснабжения:

а — полумонтажная, б — принципиальная;

1 — генератор; 2 — регулятор напряжения; 3 — выключатель зажигания; 4 — амперметр; 5 — нагрузка (потребители); 6 — аккумуляторная батарея; 7 — выпрямитель; 8 — обмотка статора; 9 — обмотка возбуждения

Аккумуляторные батареи при малых габаритных размерах, массе и стоимости должны обладать большой емкостью, малыми внутренним сопротивлением и саморазрядом, большим сроком службы, быть надежными в эксплуатации, обладать небольшим объемом технического обслуживания.

Для питания электродвигателя стартера аккумуляторные батареи должны обеспечивать отдачу большой силы тока при малом внутреннем падении напряжения. Аккумуляторные батареи называются стартерными, потому что предназначены для пуска двигателя стартером.

Свинцовая аккумуляторная батарея (рис. 2) состоит из моноблока 8, который изготовляют из эбонита, полиэтилена, полипропилена или других пластмасс. Моноблок разделен перегородками 15 на секции по числу аккумуляторов. На дне каждой секции выполнены ребра 16, на которые устанавливается блок электродов в сборе с сепараторами. В пространстве между ребрами скапливается шлам (осыпающееся с течением времени активное вещество электродов), что на некоторое время предупреждает замыкание разноименных электродов. Каждый аккумулятор закрывается пластмассовой крышкой 11. Герметичность

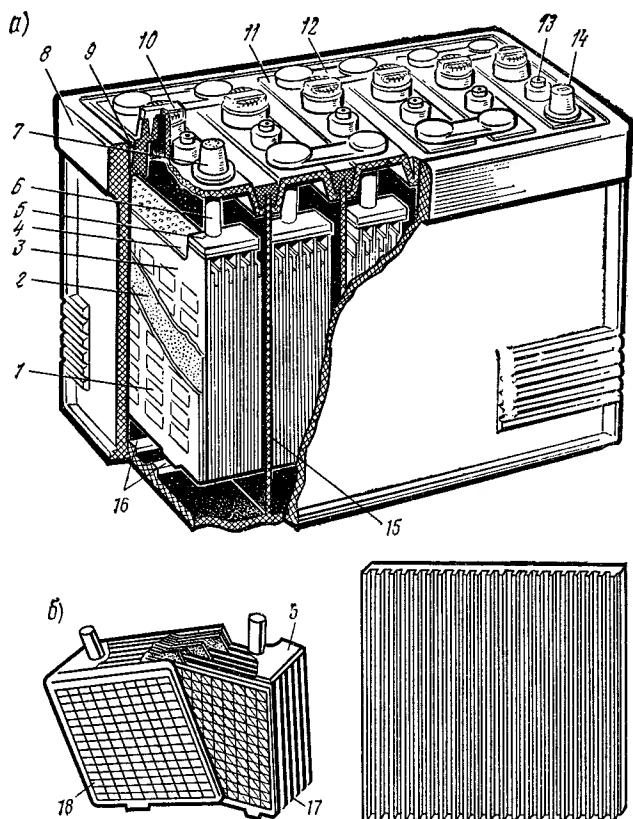


Рис. 2. Аккумуляторная батарея 6СТ-60ЭМС:

а — общий вид; *б* — узлы и детали;
 1 — отрицательный электрод; 2 — сепаратор; 3 — положительный электрод;
 4 — предохранительный щиток; 5 — мостик; 6 — борн; 7, 14 — выводы; 8 —
 моноблок; 9 — мастика; 10 — пробка; 11 — крышка; 12 — перемычка; 13 —
 вентиляционное отверстие; 15 — перегородка; 16 — ребра; 17 — полублок по-
 ложительных электродов; 18 — полублок отрицательных электродов

стыка крышек со стенками моноблока обеспечивается кислотоупорной мастикой 9, которая состоит из нефтяного битума, шинного регенератора, машинного масла и других веществ.

В батареях типа 6СТ-60 и других в крышках 11 моноблока имеются четыре отверстия: два крайних для полюс-

ных выводов полублоков пластин, одно заливное, закрываемое резьбовой пробкой 10, и вентиляционной 13. В два крайних отверстия для надежного уплотнения полюсных выводов при изготовлении крышек заливают свинцовые втулки. Для облегчения установки и снятия наконечников стартерных проводов плюсовой 7 и минусовой 14 выводы — конусные. В зависимости от полярности выводы обозначаются знаками «+» и «-». Плюсовой вывод имеет больший диаметр. Сообщение внутренней полости моноблока с атмосферой осуществляется через отверстие 13. К борнам 6 приваривают межаккумуляторные перемычки 12 и верхнюю часть свинцовых втулок, установленных в крышках при изготовлении их. Выводы являются продолжением мостиков 5.

В аккумуляторных батареях 6СТ-55 и других (рис. 3) моноблок 1 закрывается одной, общей для всех аккумуляторов пластмассовой крышкой 4, приваренной тепловой сваркой по периферии к наружным стенкам моноблока. Соединения крышки 4 с перегородками 6 уплотняются при сборке герметиком, что предотвращает переливание электролита из одного аккумулятора в другой. Аккумуляторы соединяют последовательно друг другу свинцовыми перемычками 12 (см. рис. 2) большого сечения. В новых конст-

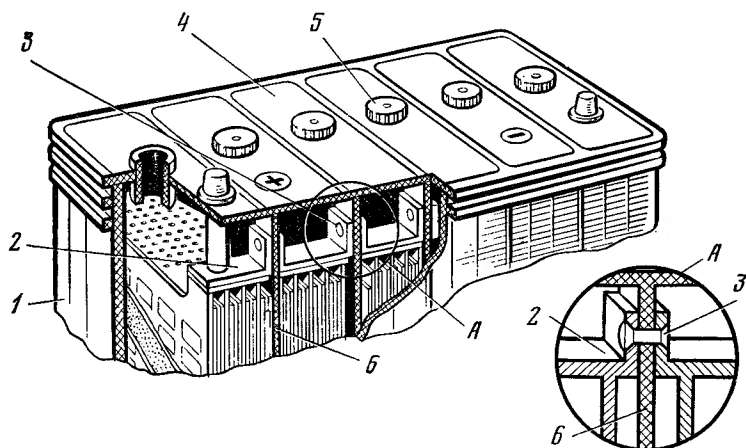


Рис. 3. Аккумуляторная батарея 6СТ-55:

1 — моноблок; 2 — мостик; 3 — перемычка; 4 — крышка; 5 — пробка; 6 — перегородка

рукциях батарей полублоки разнополярных электродов (пластин) двух соседних аккумуляторов соединяют очень короткими свинцовыми стержнями (перемычками) 3, пропущенными в отверстия перегородок 6 (см. рис. 3). Такие батареи обладают меньшим сопротивлением.

Решетки электродов (пластин) отливают из антикоррозионного сплава, содержащего 92—93% свинца и 7—8% присадок (сурьма, мышьяк, кальций, олово, кадмий и др.), которые добавляют для увеличения механической прочности, уменьшения коррозии решеток, улучшения литейных свойств и других качеств сплава. В ячейки решеток вмазывают активное вещество, изготовленное из свинцового порошка и раствора серной кислоты для отрицательных и положительных электродов. Активное вещество электродов обладает большой пористостью, а поэтому площадь рабочей поверхности, соприкасающейся с электролитом, увеличивается, и в результате возрастает емкость аккумулятора.

Для увеличения срока службы положительных электродов активное вещество упрочняют добавкой в него синтетического волокна. При такой технологии изготовления положительных электродов сепараторы из стекловолокна не устанавливают.

В активное вещество отрицательных электродов при изготовлении добавляют до 2% расширителей (сернокислый барий, дубитель БНФ и др.), предотвращающих усадку и быстрое затверждение активного вещества. Активное вещество электродов вмазывается в решетки с обеих сторон, после чего электроды прессуют, затем просушивают и осуществляют заряд. Процесс первичного заряда называется формированием. В конце формирования большая часть активного вещества положительных электродов превращается в двуокись свинца PbO_2 (темно-коричневого цвета), а отрицательных — в губчатый свинец Pb (серого цвета), вследствие чего емкость аккумулятора увеличивается до номинальной величины. Заводы выпускают аккумуляторные батареи с сухими заряженными электродами. Допускается выпуск батарей в несухозаряженном исполнении.

Для уменьшения коробления крайнего положительного электрода, ввиду значительного изменения объема его активного вещества при разряде аккумулятора, у большинства батарей положительных электродов в блоке устанавли-

вают на один меньше, чем отрицательных. Благодаря этому обе стороны крайнего положительного электрода подвергаются одинаковому изменению объема активного вещества и он меньше коробится. Для увеличения емкости и уменьшения внутреннего сопротивления в каждом аккумуляторе устанавливают по нескольку штук электродов. К мостикам 5 (см. рис. 2) приваривают одноименные электроды.

Полублоки отрицательных и положительных электродов собирают в блок, при этом соприкосновение разнородных электродов предотвращается сепараторами 2.

Сепараторы изготовляют из кислотостойких материалов — микропористого полихлорвинила (мипласта), микропористого эбонита (мипора), стекловолокна и др. Одна сторона сепараторов имеет ребра, которые обращены к положительным электродам. При такой установке сепараторов обеспечивается лучший доступ электролита в поры активного вещества положительных электродов, что способствует повышению емкости аккумулятора. При установке двойных сепараторов к положительным электродам ставят сепаратор из стекловолокна, что уменьшает оползание активного вещества, вследствие чего увеличивается срок службы электродов. Увеличение толщины сепараторов повышает внутреннее сопротивление батареи. В новых конструкциях аккумуляторных батарей предусмотрено применение высокопористых синтетических сепараторов в виде конвертов, которые нанизывают на положительные электроды.

В таких батареях на дне моноблока ребра не выполняют, а блоки электродов устанавливают непосредственно на дно моноблока.

Над сепараторами в каждом аккумуляторе устанавливают тонкий перфорированный предохранительный щиток 4 (см. рис. 2) из хлорвинила или другого кислотостойкого материала для защиты кромок сепараторов от механических повреждений при измерении плотности или при проверке уровня электролита.

Минимальный срок службы аккумуляторной батареи с одинарными сепараторами не менее 24 мес при пробеге автомобиля не более 75 тыс. км (ГОСТ 959.0—79).

Срок службы батареи в эксплуатации считается до момента снижения емкости на 40% от номинальной величины.

Аккумуляторные батареи имеют на перемычках обозначения, характеризующие: тип, число последовательно соединенных аккумуляторов (3 или 6), определяющее номинальное напряжение (6 или 12 В); назначение (СТ — стартерная для автомобилей и автобусов); номинальную емкость при 20-часовом режиме разряда ($A \cdot ч$); обозначение, характеризующее материал моноблока (Э — эбонит, Т — термопласт); буквы, указывающие материал сепараторов (Р — мипор, М — мипласт, С — стекловолокно); буквы, характеризующие несухозаряженное исполнение батарей (Н — несухозаряженная); соответствующий ГОСТ. Пример условного обозначения батареи с шестью последовательно соединенными аккумуляторами, номинальной емкостью 75 $A \cdot ч$, исполненной в моноблоке из эбонита и с сепараторами из мипласта: 6СТ-75ЭМ ГОСТ 959.7—79. То же несухозаряженной: 6СТ-75ЭМН ГОСТ 959.7—79. Кроме того на перемычках или моноблоке батареи наносится товарный знак завода-изготовителя и дата выпуска батареи.

§ 3. ЭЛЕКТРОЛИТ

Электролит готовят из аккумуляторной серной кислоты (ГОСТ 667—73) и дистиллированной воды (ГОСТ 6709—72). Для надежной работы аккумуляторов необходима высокая степень чистоты электролита.

Нельзя применять техническую серную кислоту и недистиллированную воду, так как при этом ускоряются саморазряд, разрушение электродов и уменьшается их емкость.

Т а б л и ц а 1

Климатические зоны (средняя месячная температура в январе, °С)	Время года	Плотность электролита (в г/см ³), приведенная к 15 °С
Очень холодная (от —50 до —30)	Зима	1,310
	Лето	1,270
Холодная (от —30 до —15)	Круглый год	1,290
Умеренная (от —15 до —4)	То же	1,270
Жаркая (от —15 до +4)	» »	1,250
Теплая, влажная (от +4 до +6)	» »	1,230

П р и м е ч а н и е. Допускаются отклонения плотности электролита от значений, приведенных в таблице на $\pm 0,01$ г/см³.

Составлять электролит следует в кислотостойкой эбонитовой, фарфоровой или оцинкованной посуде. При приготовлении электролита обязательно применять защитные очки, а также резиновые перчатки, фартук и сапоги.

При составлении электролита серную кислоту льют тонкой струей в воду, одновременно помешивая раствор чистой стеклянной палочкой. Нельзя лить воду в кислоту, так как при этом выделяется большое количество тепла в верхних слоях раствора и электролит будет разбрызгиваться из сосуда, что может вызвать ожоги тела. В случае попадания электролита на кожу и одежду человека его нейтрализуют 10%-ным раствором нашатырного спирта или кальцинированной соды, а затем тщательно промывают сильной струей воды.

При попадании электролита в глаза нужно промыть их 10%-ным раствором двууглекислой соды и немедленно обратиться к врачу.

Плотность электролита определяют при помощи денсиметра с пипеткой (рис. 4). Денсиметр 3 помещен в стеклянной пипетке 2. На пипетку надета резиновая груша 1, а с другой стороны вставляется резиновая пробка с пластмассовой трубкой 4. Денсиметр 3 имеет цену деления $0,01 \text{ г/см}^3$.

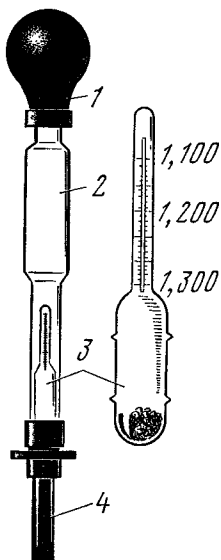


Рис. 4. Денсиметр аккумуляторный с пипеткой:

1 — резиновая груша;
2 — пипетка; 3 — денсиметр; 4 — трубка

Плотность электролита зависит от его температуры.

На каждый градус изменения температуры в показаниях денсиметра следует вводить поправку, равную $0,0007 \text{ г/см}^3$. Если температура выше 15°C , поправку к показаниям денсиметра прибавляют, если ниже — вычитают.

Для определения плотности электролита необходимо сжать грушу 1 рукой и погрузить трубку 4 в электролит. Затем плавно отпустить грушу, что обеспечит наполнение пипетки 2 электролитом. Денсиметр 3 всплывет. Не допускать касания денсиметром стенки пипетки. Деление шкалы, совпадающее с уровнем электролита, укажет его плотность.

Плотность электролита в заряженном аккумуляторе для разных климатических зон эксплуатации автомобилей указана в табл. 1.

Чем плотнее электролит, тем ниже температура его замерзания. Электролит плотностью $1,31 \text{ г/см}^3$ замерзает при -66°C , плотностью $1,25 \text{ г/см}^3$ — при -50°C , плотностью $1,23 \text{ г/см}^3$ — при -40°C и плотностью $1,11 \text{ г/см}^3$ — при -7°C .

Однако не следует использовать электролит с повышенной плотностью, так как это ускоряет коррозию решеток электродов, что вызывает разрушение активного вещества.

При изготовлении аккумуляторные батареи подвергаются заряду. В заряженном аккумуляторе активное вещество положительных электродов состоит из двуокиси свинца PbO_2 темно-коричневого цвета, а активное вещество отрицательных электродов — из губчатого свинца Pb серого цвета. Плотность электролита в зависимости от времени года и климатической зоны эксплуатации должна быть в пределах 1,23—1,31 г/см³ (см. табл. 1).

Небольшое количество серной кислоты H_2SO_4 в электролите всегда диссоциировано на положительные ионы водорода H^+ и отрицательные ионы кислотного остатка SO_4^{2-} , а вода диссоциирована на ионы H^+ и OH^- .

Разряд аккумулятора. Часть свинца отрицательных электродов растворяется в электролите и переходит в него в виде положительных ионов двухвалентного свинца Pb^{2+} . Потерянные свинцом электроны создают на электродах отрицательный потенциал, а при замыкании внешней цепи эти свободные электроны будут перемещаться к положительным электродам, создавая ток во внешней цепи. В электролите положительные ионы свинца Pb^{2+} соединяются с отрицательными ионами SO_4^{2-} , образуя сернокислый свинец $PbSO_4$, который осаждается на поверхности активного вещества отрицательных электродов. Цвет активного вещества электродов изменяется из серого в светло-серый.

Двуокись свинца PbO_2 положительных электродов диссоциируется и вступает в соединение с ионами воды H^+ и OH^- , в результате чего образуются положительные ионы четырехвалентного свинца Pb^{4+} и одновалентные отрицательные ионы гидроксила OH^- . Ионы Pb^{4+} создают на электродах положительный потенциал. Электроны, поступающие к электродам из внешней цепи, восстанавливают Pb^{4+} в двухвалентные ионы Pb^{2+} . Ионы свинца Pb^{2+} и кислотного остатка SO_4^{2-} соединяются и образуют сульфат свинца $PbSO_4$, который осаждается на электродах. Цвет активного вещества положительных электродов изменяется из темно-коричневого в коричневый. Ионы водорода H^+ и гидроксила OH^- в соединении образуют воду H_2O .

Так как в процессе разряда серная кислота затрачивается на образование $PbSO_4$ при одновременном образовании воды H_2O , то плотность электролита соответственно будет уменьшаться с 1,23—1,31 до 1,07—1,15 г/см³. Например,

если в заряженном аккумуляторе плотность электролита была $1,27 \text{ г/см}^3$, то в конце допустимого разряда она будет равна $1,11 \text{ г/см}^3$. Таким образом, плотность электролита при 100%-ном разряде уменьшается на $0,16 \text{ г/см}^3$. Следовательно, в период разряда аккумулятора уменьшение плотности электролита на $0,01 \text{ г/см}^3$ соответствует снижению емкости аккумулятора на 6%. Изменение плотности электролита является основным показателем степени разряда аккумулятора.

Заряд аккумулятора. В электролите сульфат свинца PbSO_4 электродов ионизируется на Pb^{2+} и SO_4^{2-} , а вода ионизируется на H^+ и OH^- . В процессе заряда, под действием напряжения заряжающего источника, создается направленное движение электронов от отрицательного вывода источника к отрицательному выводу аккумулятора.

У отрицательных электродов двухвалентные ионы свинца Pb^{2+} получают по два электрона и нейтрализуются, после чего свинец выделяется на электродах в твердом состоянии. Цвет активного вещества становится серым. У положительных электродов под действием зарядного тока двухвалентные ионы свинца Pb^{2+} отдают по два электрона в цепь и переходят в четырехвалентное состояние Pb^{4+} . Ионы Pb^{4+} соединяются через промежуточные реакции с двумя ионами кислорода, образуя двуокись свинца PbO_2 , которая выделяется на положительных электродах. Ионы SO_4^{2-} соединяются с двумя водородными ионами 2H^+ , образуют серную кислоту H_2SO_4 .

В результате образования H_2SO_4 при одновременном уменьшении воды H_2O плотность электролита увеличивается с $1,07\text{—}1,15$ до $1,23\text{—}1,31 \text{ г/см}^3$. Например, при плотности электролита $1,11 \text{ г/см}^3$ у разряженного аккумулятора в конце его заряда плотность электролита соответственно увеличится до $1,27 \text{ г/см}^3$.

Химические процессы при разряде и заряде аккумулятора можно записать так: $\text{PbO}_2 + \text{Pb} + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \xrightleftharpoons[\text{заряд}]{\text{разряд}} \text{PbSO}_4 + \text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$.

§ 5. ХАРАКТЕРИСТИКИ АККУМУЛЯТОРА

Если к аккумулятору не подключены потребители, то его э. д. с. почти не зависит от степени разряда электродов, но изменяется с изменением плотности электролита.

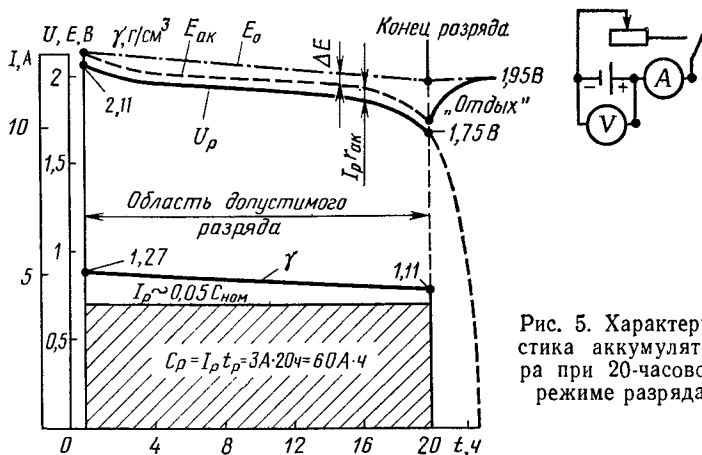


Рис. 5. Характеристика аккумулятора при 20-часовом режиме разряда

Приближенно э. д. с. E_0 свинцового аккумулятора можно вычислить по эмпирической формуле $E_0 \sim \gamma + 0,84$, где γ — плотность электролита, приведенная к 15°C .

Для автомобильных аккумуляторов, в которых плотность электролита изменяется от 1,07—1,15 до 1,23—1,31 г/см³, э. д. с. E_0 будет изменяться соответственно от (1,91—1,99) до (2,07—2,15) В.

Разрядной характеристикой аккумулятора называют зависимость изменения плотности электролита, э. д. с. и напряжения аккумулятора при постоянной силе разрядного тока от времени разряда (рис. 5). Разрядные характеристики снимаются при непрерывном разряде полностью заряженного аккумулятора любой силой тока.

Во время разряда при помощи реостата поддерживают постоянную силу разрядного тока I_p и измеряют напряжение U_p и $E_{ак}$ на выводах аккумулятора, а также плотность электролита γ .

Э. д. с. аккумулятора $E_{ак}$ измеряют вольтметром (имеющим сопротивление не менее 1000 Ом на 1 В) при разомкнутой внешней цепи. E_0 подсчитывают по эмпирической формуле. На рис. 5 приведена разрядная характеристика аккумулятора, снятая при силе разрядного тока, равной 0,05 его номинальной емкости, до конечного напряжения 1,75 В. По замеренным величинам построены кривые — характеристики разряда аккумулятора. Причины изменения γ ,

E_0 , $E_{ак}$ и U_p при разряде аккумулятора следующие. В процессе разряда аккумулятора постоянной силой тока количество серной кислоты H_2SO_4 , затрачиваемой на преобразование PbO_2 и Pb активного вещества электродов в $PbSO_4$ и образование воды, в каждую единицу времени будет постоянно уменьшаться, поэтому плотность электролита γ будет уменьшаться равномерно. E_0 , зависящая только от плотности электролита, будет также изменяться равномерно, поэтому прямая, характеризующая ее снижение, будет параллельна прямой снижения плотности электролита. Пользуясь формулой подсчета E_0 , определяем, что в период разряда при снижении плотности электролита с 1,27 до 1,11 г/см³ E_0 уменьшилась с 2,11 в начале разряда до 1,95 В в конце разряда. При разряде аккумулятора в порах активного вещества положительных электродов образуется вода, вследствие чего плотность электролита в них будет меньше, чем вокруг электродов. Пропорционально уменьшению плотности электролита в порах электродов соответственно упадет и э. д. с. аккумулятора. В период разряда $E_{ак}$ всегда меньше E_0 на величину ΔE . В начале разряда аккумулятора за счет образования воды в порах положительных электродов $E_{ак}$ быстро снижается. При дальнейшем же разряде вследствие неодинаковой плотности электролита в порах активного вещества электродов и электролита, окружающего электроды, происходит диффузия электролита внутрь электродов.

Как только установится равновесие образования новой воды в порах активного вещества электродов с притоком более плотного электролита в поры, разность плотностей электролита в порах активного вещества и снаружи электродов будет неизменной. При этом в течение большого отрезка времени разряда величина падения э. д. с. ΔE будет также почти постоянной. По мере разряда аккумулятора на поверхности стенок пор активного вещества электродов отлагаются кристаллы $PbSO_4$, что вызывает уменьшение проходных сечений пор и снижение скорости диффузии электролита в поры. По этой причине плотность электролита в порах активного вещества положительных электродов в конце разряда аккумулятора быстро понижается и вместе с этим быстро падают э. д. с. и напряжение аккумулятора. Напряжение U_p на зажимах разряжаемого аккумулятора меньше $E_{ак}$ на величину падения напряжения внутри аккумулятора ($I_p r_{ак}$).

Таким образом, при разряде аккумулятора напряжение U_p на его зажимах будет меньше E_0 на величины падений напряжения внутри аккумулятора ($I_p r_{ак}$) и ΔE , т. е. $U_p = E_0 - I_p r_{ак} - \Delta E$. Разряд аккумулятора прекращают при напряжении 1,75 В, когда почти все активное вещество будет преобразовано в серноокислый свинец. При дальнейшем разряде аккумулятора напряжение во внешней цепи резко падает, что нарушает нормальную работу потребителей. Конец нормального разряда аккумулятора определяется по величинам напряжения и плотности электролита.

При выключении цепи разряда напряжение аккумулятора скачком увеличивается на величину $I_p r_{ак}$, достигая величины его э. д. с. $E_{ак}$, затем вследствие продолжающейся диффузии электролита в поры электродов его плотность внутри пор повышается, поэтому постепенно возрастает и $E_{ак}$ до значения E_0 , равного 1,95 В. Этот процесс роста э. д. с. аккумулятора после выключения цепи разряда называется «отдыхом» аккумулятора.

Количество электричества, отдаваемое заряженным аккумулятором при его разряде до допустимого предела (в нашем примере до 1,75 В), называют *емкостью аккумулятора*. Емкость аккумулятора C_p измеряется в ампер-часах и выражается произведением силы разрядного тока I_p на время разряда t_p , т. е. $C_p = I_p t_p$. В нашем примере емкость аккумулятора составит $C_p = I_p t_p = 3 \text{ А} \cdot 20 \text{ ч} = 60 \text{ А} \cdot \text{ч}$. На рис. 5 емкость показана заштрихованным прямоугольником.

Зарядной характеристикой аккумулятора называют зависимость изменения плотности электролита, э. д. с. и напряжения аккумулятора при постоянной силе зарядного тока от времени заряда (рис. 6).

Зарядные характеристики снимаются при заряде аккумулятора постоянной силой тока, соответственно равной 0,1 его номинальной емкости. Для заряда аккумулятора необходимо, чтобы напряжение зарядного устройства превышало на несколько вольт э. д. с. аккумулятора. В процессе заряда силу зарядного тока при помощи реостата поддерживают постоянной (зависимость I_z на рис. 6). Через равные промежутки времени измеряют напряжение U_z на выводах аккумулятора, а также плотность электролита γ э. д. с. аккумулятора ($E_{ак}$) измеряют вольтметром при разомкнутой внешней цепи, а E_0 подсчитывают по эмпирической формуле.

Причины изменения γ , E_0 , $E_{ак}$ и $U_в$ при заряде аккумулятора следующие.

Вследствие того, что в процессе заряда постоянной силой тока в порах активного вещества электродов в каждую единицу времени выделяется одинаковое количество серной кислоты и уменьшается количество воды, плотность электролита γ , а вместе с ней и э. д. с. E_0 аккумулятора будут возрастать равномерно. Так как при заряде аккумулятора в порах активного вещества положительных и отрицательных электродов образуется серная кислота, то в результате этого повышается плотность электролита в порах и поэтому э. д. с. аккумулятора возрастает на величину ΔE . В начальный период заряда в порах электродов быстро увеличивается плотность электролита, а вместе с этим быстро возрастает $E_{ак}$. При дальнейшем заряде ввиду растворения кристаллов $PbSO_4$ увеличиваются проходные сечения пор в активном веществе, что способствует свободному доступу менее плотного электролита в поры активного вещества электродов. Когда установится равновесие между образованием новой серной кислоты в порах электродов и притоком в поры электролита с меньшей плотностью, то в течение длительного времени заряда разность плотностей электролита в порах активного вещества и снаружи электродов будет оставаться почти неизменной. В течение этого времени возрастание э. д. с. ΔE будет также оставаться почти неиз-

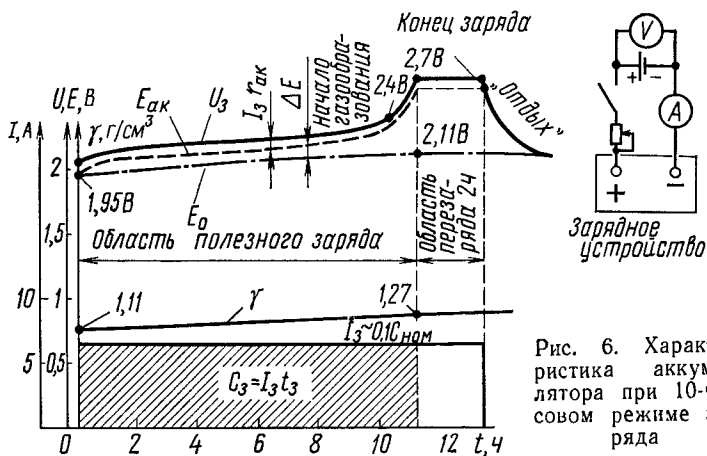


Рис. 6. Характеристика аккумулятора при 10-часовом режиме заряда

менным. Постепенное повышение плотности электролита сопровождается увеличением его вязкости, что замедляет диффундирование электролита в поры активного вещества электродов, поэтому в порах несколько повысится плотность γ электролита, а вместе с этим повысится и значение э. д. с. ΔE . В конце заряда аккумулятора большая часть активного вещества электродов превратится в PbO_2 и Pb , а поэтому часть ионов кислорода и водорода, выделяющихся на электродах, не вступает в химическую реакцию с активным веществом электродов, нейтрализуется и, выделяясь в воздух в виде пузырьков газа, вызывает бурление электролита, что служит признаком окончания заряда.

Большое количество ионов кислорода и водорода в электролите увеличивает разность потенциалов между электродами и электролитом примерно на 0,3 В, а поэтому напряжение аккумулятора повышается до 2,7 В (см. рис. 6).

Напряжение U_z на зажимах заряжаемого аккумулятора будет больше E_0 на величину ΔE и величину падения напряжения внутри аккумулятора $I_z r_{ак}$, т. е. $U_z = E_0 + I_z r_{ак} + \Delta E$.

При достижении напряжения аккумулятора 2,7 В в целях более полного использования активного вещества электродов заряд аккумулятора продолжают при сильном газообразовании все время, пока напряжение и плотность электролита будут оставаться постоянными в течение 2 ч, что служит признаком конца заряда аккумулятора.

При заряде исправного аккумулятора затрачивают количество электричества на 10—15% больше, чем отдает он при своем разряде, так как в процессе заряда часть энергии затрачивается на электролиз воды и нагрев электролита.

После выключения цепи заряда напряжение на выводах аккумулятора резко падает на величину $I_z r_{ак}$ до значения $E_{ак}$, затем э. д. с. снижается на 0,3 В вследствие нейтрализации ионов водорода и кислорода на электродах. В дальнейшем э. д. с. аккумулятора снижается несколько медленнее до значения E_0 по мере выравнивания плотности электролита, находящегося в порах электролита и между электродами аккумулятора.

Внутреннее сопротивление аккумулятора складывается из сопротивлений электролита, сепараторов и электродов, причем основной составляющей является сопротивление электролита, так как его электропроводность значительно ниже, чем у электродов и сепараторов. Сопротивление

электролита зависит от его температуры и плотности. Минимальное сопротивление имеет электролит плотностью $1,22 \text{ г/см}^3$ при температуре 15°С . Сопротивление электролита плотностью $1,30 \text{ г/см}^3$ при изменении его температуры от $+30$ до -30°С увеличивается в 9 раз. Сопротивление сепараторов зависит от пористости и толщины материала, из которого они изготовлены. Сопротивление электродов зависит от их конструкции, размеров и степени заряженности аккумулятора. В процессе разряда сопротивление электродов возрастает, так как серноокислый свинец, образующийся на положительных и отрицательных электродах, почти не проводит электрический ток.

Сопротивление аккумуляторной батареи в конце нормального разряда примерно в 2 раза больше величины сопротивления заряженной батареи. Сопротивление заряженной батареи равно нескольким тысячным долям ома.

§ 6. ЕМКОСТИ АККУМУЛЯТОРА И АККУМУЛЯТОРНОЙ БАТАРЕИ

Емкостью аккумулятора называют количество электричества, выраженное в ампер-часах, которое отдает полностью заряженный аккумулятор при непрерывном разряде постоянной силой тока до определенного конечного напряжения. По ГОСТ 959.0—79 номинальная емкость C_{20} стартерных батарей гарантируется при непрерывном 20-часовом разряде батареи силой тока, соответственно равной $0,05 C_{20}$, до напряжения на выводах $1,75 \text{ В}$ на отстающем аккумуляторе батареи, средней температуре электролита 25°С и его начальной плотности $1,28 \text{ г/см}^3$. Для определения емкости батареи ее сначала полностью заряжают силой тока $I \sim 0,1 C_{20}$ и доводят плотность электролита до $1,28 \text{ г/см}^3$, а затем разряжают силой тока $I \sim 0,05 C_{20}$ до тех пор, пока на одном из отстающих аккумуляторов напряжение не понизится до $1,75 \text{ В}$.

При стартерном режиме разряда батарею разряжают силой тока $I \sim 3 C_{20}$. Если начальная температура электролита была $+25^\circ \text{С}$, разряд батареи прерывают, когда на одном из аккумуляторов напряжение понизится до $1,5 \text{ В}$; при начальной температуре электролита -18°С эта величина должна составлять 1 В .

При определении емкости батарей 6 СТ-55 и других, не имеющих выводов от каждого аккумулятора, напряжение

замеряется на выводах всей батареи, которое будет в 6 раз больше величин, приведенных выше на всех режимах испытания.

Перемножением силы разрядного тока I_p на время разряда t_p определяют разрядную емкость аккумулятора $C_p = I_p t_p$.

Если разряд батареи протекал при силе разрядного тока $I_p \sim 0,05 C_{20}$ и температуре электролита выше или ниже $+ 25^\circ \text{C}$, действительную емкость батареи, приведенную к $+ 25^\circ \text{C}$, подсчитывают по формуле

$$C_{25} = \frac{C_{из}}{1 + 0,01 (t - 25)},$$

где C_{25} — емкость батареи, приведенная к $+ 25^\circ \text{C}$, А · ч;

$C_{из}$ — измеренная емкость, полученная умножением силы разрядного тока на время разряда батареи, А · ч; t — средняя температура электролита в аккумуляторах во время разряда, $^\circ \text{C}$; 0,01 — температурный коэффициент изменения емкости в интервале от $+ 18$ до $+ 27^\circ \text{C}$. Батарею считают неисправной, если $C_{25} < 0,6 C_{ном}$.

Величины емкости некоторых типов аккумуляторных батарей при различных режимах разряда приведены в табл. 2.

В практике допускается определение емкости батареи при разряде 10-часовым режимом силой тока, соответствующей 0,1 емкости батареи при температуре электролита 30°C , до напряжения 1,7 В на зажимах одного из худших аккумуляторов этой батареи. В этом случае емкость вполне исправной батареи будет в 1,13—1,14 раза меньше величины, указанной в маркировке батареи.

Емкость батареи при последовательном соединении одинаковых по емкости аккумуляторов равна емкости одного аккумулятора, а э. д. с. батареи равна сумме э. д. с. аккумуляторов, входящих в батарею. При параллельном соединении аккумуляторов в батарею ее емкость равна сумме емкостей всех аккумуляторов, а э. д. с. батареи равна э. д. с. одного аккумулятора.

В практике обычно параллельно соединяют 12-вольтные батареи с целью увеличения емкости для пуска двигателя стартером, потребляющим большую силу тока. При эксплуатации батарей разрядная емкость аккумуляторов зависит от следующих основных факторов: массы и пористости активного вещества положительных и отрицательных электродов; силы разрядного тока; температуры электролита;

Таблица 2

Тип батарей	Сила разрядного тока, А, при режимах раз- ряда			Емкость, А·ч, при ре- жиме разряда			Установлена на автомо- блях
	20-часовом	10-часовом	стартерном	20-часовом	10-часовом	3-минутном тартерном (темпера- тура элек- тролита — 18 °С, се- пагаторы одинарные)	
6СТ-55	2,75	5,0	255	55	50	12,75	ВАЗ
6СТ-60	3,0	5,4	180	60	54	9,0	«Волга», УАЗ
6СТ-75	3,75	6,8	225	75	68	11,25	ГАЗ-53А, ГАЗ-66
6СТ-90	4,5	8,1	270	90	81	13,5	ЗИЛ-130
6СТ-105	5,25	9,5	315	105	95	15,75	ПАЗ-672, ЛиАЗ-677
6СТ-190	9,5	17,0	570	190	170	28,5	КамАЗ

плотности электролита; химической чистоты серной кислоты, воды и материалов, из которых изготовлены решетки и активное вещество электродов; чистоты поверхности крышек аккумуляторов батарей; длительности работы электродов и др. При большем количестве электродов, меньшей их толщине и большей пористости активного вещества увеличивается площадь соприкосновения активного вещества с электролитом, облегчается проникновение электролита в глубокие слои активного вещества, а следовательно, увеличивается количество активного вещества, участвующего в химических реакциях, что повышает емкость аккумулятора.

Сила разрядного тока оказывает значительное влияние на емкость аккумуляторной батареи. При увеличении ее, особенно при включении стартера, внутри пор активного вещества положительных электродов образуется большое количество воды, поэтому плотность электролита в порах значительно снижается. Следовательно, поверхностные слои электродов будут омываться более плотным электролитом и вследствие более интенсивного участия их в химических процессах разряжаются быстрее, а образующийся при этом сернокислый свинец закупоривает поры активного вещества, уменьшая поступление свежего электролита внутрь электро-

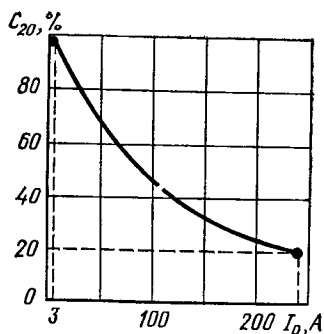


Рис. 7. Зависимость емкости аккумуляторной батареи 6СТ-60 от силы разрядного тока при температуре электролита $+25^\circ\text{C}$

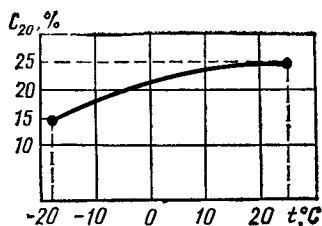


Рис. 8. Зависимость емкости аккумуляторной батареи 6СТ-60 от температуры электролита при силе разрядного тока 180 А

дов. Кроме того, кристаллы PbSO_4 покрывают стенки пор активного вещества. Вследствие этого затрудняется использование химической энергии, запасенной во внутренних слоях активного вещества электродов, и его преобразование в электрическую энергию, что приводит к уменьшению разрядной емкости батареи. Этот фактор нужно учитывать при пуске двигателя стартером, особенно в зимнее время.

При 10-часовом режиме разряда работает около 50% активного вещества пластин, а при стартерном режиме — не более 15%. В соответствии с ГОСТ 959.0—79 при непрерывном разряде батареи ЗСТ-60 силой тока $I \sim 0,05 C_{20}$, равной 3 А, она отдает 60 А · ч, т. е. 100% номинальной емкости; при силе тока 10-часового режима, равной 5,4 А, батарея отдает 54 А · ч, или 90%, а при силе тока $I \sim 3 C_{20}$, равной 180 А, при температуре -18°C она отдает только 9 А · ч, или 15% емкости (см. табл. 2 и рис. 7 и 8).

С увеличением силы разрядного тока значительно уменьшается плотность электролита в порах активного вещества положительных электродов, вследствие чего понижается э. д. с. и напряжение аккумулятора. Кроме того, напряжение понизится в результате увеличения падения напряжения $I_\rho r_{\text{ак}}$ внутри аккумулятора. Из-за быстрого снижения напряжения приходится преждевременно прекращать разряд батареи, и значительная часть разрядной емкости останется неиспользованной.

Во избежание образования крупных труднорастворимых кристаллов сернокислого свинца разряд аккумулятора прекращают при 10-часовом режиме разряда при конечном напряжении 1,7 В; при 20-часовом режиме — 1,75 В, а при стартерном режиме разряда силой тока, соответствующей $3 C_{20}$ и начальной температуре электролита $+ 25^{\circ}\text{C}$ — 1,5 В, при стартерном режиме разряда силой тока, соответствующей $3 C_{20}$ и начальной температуре электролита — 18°C — 1 В.

Большое влияние на разрядную емкость оказывает *температура электролита*. Номинальная емкость гарантируется при температуре электролита $+ 25^{\circ}\text{C}$. С понижением температуры увеличивается вязкость электролита, что затрудняет его проникновение в поры глубоких слоев активного вещества электродов. При этом поверхностные слои активного вещества быстрее преобразуются в кристаллы PbSO_4 , которые закрывают поры активного вещества, а поэтому химическая энергия, запасенная в глубоких слоях электродов, полностью не используется, а разрядная емкость батареи понижается. При понижении температуры электролита ниже $+ 25^{\circ}\text{C}$ емкость аккумуляторной батареи при ее разряде силой тока, соответствующей $0,05 C_{20}$, уменьшается на 1% на каждый градус понижения температуры, а при большей силе разрядного тока — на большую величину. Влияние понижения температуры электролита на емкость аккумуляторной батареи сильно сказывается в зимнее время при пуске двигателя стартером. Так, при разряде батареи ЭСТ-60 силой тока 180 А ($3 C_{20}$) при температуре электролита $+ 25^{\circ}\text{C}$ разрядная емкость батареи равна $15 \text{ А} \cdot \text{ч}$, что соответствует приблизительно 25% номинальной, а при той же силе разрядного тока, но при температуре электролита — 18°C , разрядная емкость будет равна $9 \text{ А} \cdot \text{ч}$, что составляет около 15% номинальной емкости батареи (см. рис. 8).

Для получения большей величины разрядной емкости в зимнее время батарею утепляют, особенно со стороны крышек аккумуляторов, так как около 80% тепла излучается от межаккумуляторных перемычек. Емкость аккумуляторной батареи зависит от срока службы аккумуляторов. В начале эксплуатации емкость новой батареи возрастает вследствие увеличения количества активного вещества электродов, преобразующегося в двуокись свинца и губчатый свинец (активное вещество «разрабатывается»), но при

длительной эксплуатации емкость батареи снижается из-за выпадения активного вещества или его отслаивания от решеток электродов, образования крупнокристаллического сернокислого свинца и по другим причинам.

§ 7. ОСНОВНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ

Окисление полюсных выводов ускоряется при попадании на них электролита, отсутствии смазки на выводах и неплотном креплении наконечников проводов. Окисленные выводы повышают сопротивление в цепи всех потребителей, особенно стартера, что ухудшает их работу. Окисленные выводы зачищают абразивной бумагой зернистостью 60—80 и смазывают техническим вазелином.

Трещины в мастике, крышках и стенках моноблока являются причиной понижения уровня электролита в аккумуляторах. Электролит, попавший на поверхность крышек, замыкает полюсные выводы полублоков электродов, что ускоряет саморазряд аккумуляторов. В случае соприкосновения заряженных электродов с воздухом губчатый свинец отрицательных электродов переходит в гидроксид свинца $Pb(OH)_2$, вызывая нежелательное уплотнение активного вещества. Проходное сечение пор активного вещества уменьшается, что затрудняет доступ электролита в глубокие слои электродов. В работе будет участвовать меньше активного вещества, что снижает емкость батареи. Кроме того, на оголенной части электродов происходит образование крупных труднорастворимых кристаллов сернокислого свинца, что еще больше снижает емкость батареи.

Трещина во внутренней стенке моноблока вызывает замыкание электролитом разноименных групп электродов двух соседних аккумуляторов, соединенных между собой свинцовой перемычкой, и происходит их саморазряд, а в дальнейшем — образование труднорастворимых кристаллов сернокислого свинца. Плотность электролита в этих аккумуляторах будет меньше, чем в исправных; э. д. с. двух соседних аккумуляторов, замыкающихся через электролит, будет равна 2 В. Поврежденные крышки, моноблок и мастику заменяют.

Ускоренный саморазряд аккумуляторов. При эксплуатации и длительном хранении батарей каждый исправный аккумулятор постепенно разряжается и теряет свою емкость даже в том случае, если к нему не подключают никаких потребителей. Это явление называется саморазрядом. По ГОСТ 959.0—79 нормальный (естественный) саморазряд новых аккумуляторов при бездействии в течение первых 14 сут и температуре электролита $20 \pm 5^\circ C$ соответствует потери первоначальной емкости не более 10%. При более длительном бездействии аккумулятора саморазряд уменьшается примерно наполовину и составляет около 5% за этот же период. Для батарей, бывших в эксплуатации, саморазряд превышает указанные ГОСТом нормы. Такой саморазряд называется ускоренным. С повышением температуры электролита саморазряд увеличивается.

Причинами возникновения ускоренного саморазряда являются: замыкание выводов аккумуляторов грязью и электролитом, разлитым на поверхности крышек батарей; замыкание разноименных

электродов осыпающимся активным веществом или при разрушении сепараторов; образование местных (паразитных) токов в активном веществе электродов, разная плотность в верхних и нижних слоях электролита. Местные токи появляются в результате возникновения э. д. с. между свинцовыми окислами активного вещества и металлическими примесями в решетках электродов (сурьма, олово и др.) или примесями, попавшими в аккумулятор с электролитом или водой. Самой распространенной металлической примесью в электролите является железо.

Металлы, попадающие в электролит, образуют с кислотой растворимую соль и во время заряда в результате электролиза отлагаются на отрицательных электродах. Между крупинками металлов и активным веществом отрицательных электродов создается большое количество мельчайших короткозамкнутых первичных местных элементов (посторонний металл — электролит — губчатый свинец). В результате разности потенциалов в той части активного вещества, где вкраплены посторонние металлы, возникает большое количество цепей местных «паразитных» токов. Эти токи вызывают преобразование губчатого свинца в сернокислый свинец. Местные токи возникают в положительных электродах между PbO_2 активного вещества и Pb решетки, а также между сурьмой и свинцом в решетках всех электродов.

Основной причиной нормального саморазряда аккумуляторов будет возникновение местных токов в его электродах. Вследствие образования местных токов происходит электролиз воды, поэтому из электролита будут выделяться пузырьки газов водорода и кислорода, что является признаком ускоренного саморазряда аккумулятора.

Неодинаковая плотность в различных слоях электролита в аккумуляторе является причиной ускоренного саморазряда электродов. Плотность электролита в верхних и нижних слоях может быть неодинаковой после доливания воды в аккумулятор. Из-за большей плотности электролита нижняя часть электродов будет иметь больший потенциал, чем верхняя, погруженная в электролит меньшей плотности. При этом возникает уравнивающий ток, направленный от нижней части пластин к верхней, а затем через электролит — снова к нижней части пластин. Уравнивающие токи, вызывая непроизводительный разряд, ускоряют образование крупных кристаллов $PbSO_4$, что снижает емкость аккумулятора, а следовательно, и всей батареи. С понижением температуры электролита саморазряд уменьшается и при температурах ниже нуля у новых батарей он практически прекращается. Поэтому целесообразно хранить батареи при низких температурах.

Основным средством уменьшения саморазряда является соблюдение чистоты как при приготовлении электролита, так и при эксплуатации аккумуляторной батареи. При хранении аккумуляторной батареи в заряженном состоянии ее необходимо периодически подзаряжать, чтобы компенсировать саморазряд.

Если установлено, что саморазряд аккумуляторов происходит из-за загрязнения электролита, то такую батарею необходимо разрядить силой тока 10-часового режима до напряжения 1,1—1,2 В на аккумулятор, чтобы посторонние металлы и их окислы, попавшие в аккумуляторы с электролитом или водой, перешли с активного вещества отрицательных электродов в электролит. После этого вылить весь электролит, а затем залить аккумуляторы свежим элект-

литом той же плотности, которую имел электролит, вылитый перед промывкой, и полностью зарядить батарею.

Пониженная или повышенная плотность электролита. При понижении плотности электролита увеличивается внутреннее сопротивление батареи и снижается ее емкость. В случае повышения плотности электролита больше величин, приведенных в табл. 1, ускоряется разрушение активного вещества и решеток электродов, что снижает срок службы и емкость батареи. Внутреннее сопротивление аккумулятора имеет наименьшую величину при плотности электролита $1,22 \text{ г/см}^3$.

Сульфатация пластин. Сульфатацией называют образование крупных труднорастворимых кристаллов сернокислого свинца (сульфата) PbSO_4 на поверхности электродов и на стенках пор активного вещества. Кристаллы сульфата закупоривают поры активного вещества электродов, что препятствует проникновению электролита в глубь электродов. В результате не все активное вещество участвует в работе, что снижает емкость аккумулятора. Сильно сульфатированные электроды приобретают светлую окраску с образованием белых пятен сульфата. Сульфатация электродов возникает при длительном хранении батареи без подзаряда, повышенной плотности электролита, большом саморазряде, соприкосновении электродов с воздухом при пониженном уровне электролита, при систематическом недозаряде батареи и при попадании посторонних примесей в электролит. Сульфатированная батарея из-за малой емкости быстро разряжается при резком падении напряжения, особенно при включении стартера.

При заряде сульфатированной батареи быстро повышается напряжение и температура электролита, а также начинается бурное газовыделение, в то время как плотность электролита повышается незначительно, поскольку часть серной кислоты остается связанной в сульфате. В современных конструкциях аккумуляторных батарей сульфатация при нормальном уровне электролита возникает редко. Сульфатированные электроды исправляют продолжительными зарядами силой тока не более 0,05 от емкости батареи, при плотности электролита не более $1,12 \text{ г/см}^3$. Сильно сульфатированные электроды не восстанавливают.

Преждевременное разрушение электродов в аккумуляторах происходит при длительном перезаряде, т. е. когда полностью заряженная батарея остается под напряжением зарядного агрегата и через нее проходит зарядный ток. Так как у заряженного аккумулятора активное вещество преобразовано на положительных электродах в PbO_2 , а на отрицательных в Pb , дальнейший заряд вызывает только бесцельный электролиз воды, содержащейся в электролите, на водород и кислород. Кислород окисляет решетки положительных электродов, что вызывает их коррозию и последующее разрушение. Одновременно в порах активного вещества электродов будет накапливаться значительное количество газов водорода и кислорода, вследствие чего давление в порах будет возрастать, что вызывает разрыхление и выкрашивание активного вещества. Ввиду меньшей механической прочности активное вещество положительных электродов при перезаряде батареи разрушается гораздо быстрее, чем активное вещество отрицательных электродов. При повышении плотности и температуры электролита механическая прочность активного вещества электродов уменьшается, поэтому происходит оплывание

и выпадение его из ячеек решеток электродов. Кроме того, ускоряется коррозия решеток электродов.

Ускоряется разрушение электродов при непрочном креплении батареи на автомобиле, при замерзании воды в электролите, длительном перезаряде батарей и при применении неаккумуляторной серной кислоты.

Короткое замыкание батарей, повышение температуры электролита выше 45°C , а также частое и длительное включение стартера способствует короблению электродов, что ускоряет разрушение активного вещества. Разрушение электродов вызывает уменьшение емкости и короткое замыкание разноименных электродов. В таком аккумуляторе плотность электролита будет очень малой.

Короткое замыкание разноименных электродов происходит при разрушении сепараторов, большом выпадении активного вещества на дно бака и на кромках сепараторов, выступающих над верхней частью пластин. При работе батареи электролит в аккумуляторах все время перемешивается между нижней и верхней частями бака и переносит частицы выпавшегося активного вещества на верхние торцы сепараторов и электродов, что и вызывает частичное замыкание их. Частичное замыкание электродов возникает и при образовании наростов свинца на кромках решеток отрицательных электродов. Короткозамкнутый аккумулятор быстро разряжается и электроды его сульфатируются. Плотность электролита в таком аккумуляторе будет очень малой. При полном коротком замыкании аккумулятор зарядить нельзя, э. д. с. его будет равна нулю. При частичном коротком замыкании вольтметр будет регистрировать напряжение меньше величины э. д. с. E_0 , подсчитанной по плотности γ электролита ($E_0 \sim \gamma + 0,84$) приведенной к 15°C . Как правило, в аккумуляторах, имеющих частичное короткое замыкание, электролит загрязнен активным веществом пластин.

При полном коротком замыкании нужно разобрать аккумулятор и устранить дефекты, вызвавшие замыкание. Для устранения частичного замыкания электродов производят промывку аккумулятора дистиллированной водой.

§ 8. ПРОВЕРКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ

Внешним осмотром определяют чистоту поверхности крышек и наличие трещин в стенках моноблока, крышках и мастике, а также степень окисления выводов. Покачиванием выводов определяют люфт их в свинцовых втулках. Проверяют чистоту вентиляционных отверстий и уровень электролита. При пониженном уровне в аккумуляторе доливают дистиллированную воду. Уровень электролита должен

* Проверка технического состояния аккумуляторных батарей, электрических машин, приборов и аппаратов всех систем электрооборудования автомобилей производится при ТО-2.

Климатические зоны	Плотность электролита, приведенная к 15 °С, г/см ³				
	Полностью заряжен- ная бата- реи	Батарея разряжена на			
		25 %	50 %	75 %	100 %
Очень холодная	1,31	1,27	1,23	1,19	1,15
Холодная	1,29	1,25	1,21	1,17	1,13
Умеренная	1,27	1,23	1,19	1,15	1,11
Жаркая	1,25	1,21	1,17	1,13	1,09
Теплая влажная	1,23	1,19	1,15	1,11	1,07

быть выше предохранительного щитка в батареях 6СТ-55 на 5—10 мм, а в других батареях на 10—15 мм.

При вывернутых пробках наблюдают за выделением пузырьков газов из электролита. Наличие пузырьков свидетельствует об образовании местных токов в активном веществе электродов. Измеряют плотность электролита с учетом температурной поправки. Плотность электролита в исправных аккумуляторах испытываемой батареи не должна отличаться более чем на 0,01 г/см³.

Степень разряженности батареи определяют измерением плотности электролита во всех аккумуляторах (табл. 3). С достаточной точностью можно принять, что уменьшение плотности электролита на 0,01 г/см³ соответствует разряду аккумулятора на 6%.

Короткое замыкание электродов в батареях можно определить измерением э. д. с. каждого аккумулятора батареи при помощи вольтметра или нагрузочной вилки. При испытании нагрузочной вилкой выключают нагрузочные сопротивления и измеряют вольтметром э. д. с. каждого аккумулятора, которая должна быть равна величине $E_0 \sim \gamma + + 0,84$. Если э. д. с. будет меньше величины, рассчитанной по плотности электролита γ , то в аккумуляторе имеется частичное короткое замыкание. В том случае, когда э. д. с. будет равна нулю, это означает, что в аккумуляторе электроды замкнуты накоротко.

Напряжение каждого аккумулятора под нагрузкой проверяют нагрузочной вилкой при завернутых пробках аккумуляторов, что предотвратит возможность взрыва гремучего газа.

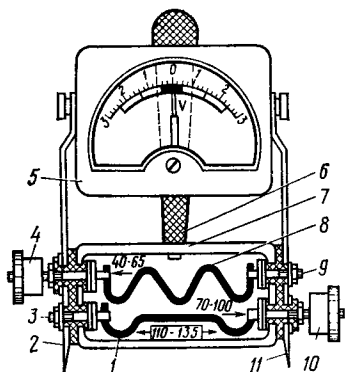


Рис. 9. Нагрузочная вилка ЛЭ-2:

1 и 8 — резисторы; 2 и 11 — ножки; 3 и 9 — зажимы; 4 и 10 — контактные гайки; 5 — вольтметр; 6 — рукоятка; 7 — кожух

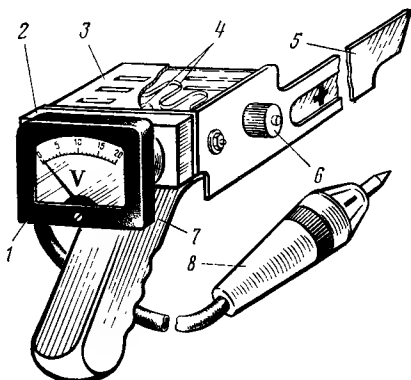


Рис. 10. Пробник аккумуляторный Э107:

1 — вольтметр; 2 — кронштейн; 3 — корпус; 4 — нагрузочные резисторы; 5 — контактная ножка; 6 — контактная гайка; 7 — рукоятка; 8 — щуп

В конце пятой секунды напряжение заряженного аккумулятора будет в пределах 1,7—1,8 В. Напряжение исправных аккумуляторов не должно отличаться более чем на 0,1 В. При напряжении аккумулятора 1,4—1,7 В батарея требует заряда. Если при проверке батареи напряжение хотя бы одного аккумулятора отличается от напряжения других аккумуляторов более чем на 0,1 В или падает до значения 0,4—1,4 В, то батарея неисправна и требует заряда или ремонта.

Нагрузочная вилка ЛЭ-2 (рис. 9) позволяет проверять работоспособность аккумуляторов батарей емкостью от 40 до 135 А · ч. Нагрузочная вилка состоит из двух нагрузочных резисторов 1 и 8 с зажимами 3 и 9, вольтметра 5, кожуха 7, рукоятки 6 и ножек 2 и 11. Резистор 1 (0,01 Ом) включается контактной гайкой 10 при проверке аккумуляторов емкостью от 70 до 100 А · ч силой тока до 160 А. Резистор 8 (0,02 Ом) включается контактной гайкой 4 при проверке аккумуляторов емкостью от 40 до 65 А · ч силой тока до 100 А. При испытании аккумуляторов емкостью 110—135 А · ч при помощи гаек 4 и 10 включают оба резистора параллельно друг другу, при этом сила разрядного тока возрастает до 260 А. При испытании аккумуляторов нажимают на рукоятку 6 и острия ножек плотно прижимают

к выводам испытываемого аккумулятора, а в конце пятой секунды проверяют величину напряжения, регистрируемого вольтметром 5. Повторные измерения напряжения проверяемого аккумулятора не дают действительные значения, так как он уже будет частично разряжен.

Аккумуляторный пробник Э108 устроен аналогично нагрузочной вилке ЛЭ-2. В пробнике установлены три резистора по 0,011 Ом каждый. Два резистора соединены между собой параллельно. Подключение резисторов производится двумя контактными гайками так же, как и в нагрузочной вилке ЛЭ-2.

Аккумуляторный пробник Э107 (рис. 10) позволяет проверять работоспособность аккумуляторных батарей со скрытыми межаккумуляторными перемычками. В корпусе 3 установлены два нагрузочных резистора 4, выполненных в виде спиралей из нихрома. К кронштейну 2 крепятся по одному концу каждого резистора, проводник от щупа 8 и вольтметр 1. Резисторы 4 подключаются к ножке 5 при помощи контактной гайки 6. Сопротивление двух параллельно соединенных резисторов 0,1 Ом. При проверке батареи щуп 8 подключается к минусовому выводу, а ножка 5 к плюсовому выводу батареи. Если напряжение в конце 5 с будет больше 8,9 В, то такая батарея исправна. При меньшей величине напряжения батарея сильно разряжена или неисправна. На шкале вольтметра выполнена отметка на значении 8,9 В, что облегчает отсчет напряжения.

Контрольный разряд. Для определения годности работавшей батареи к дальнейшей эксплуатации и перед поста-

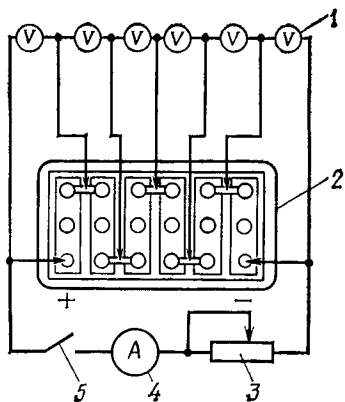


Рис. 11. Схема включения приборов при контрольном разряде и определении емкости аккумуляторной батареи:

1 — вольтметр; 2 — аккумуляторная батарея; 3 — реостат; 4 — амперметр; 5 — выключатель

новкой на длительное хранение батарею полностью заряжают, доводят плотность электролита до нормы, а затем разряжают силой тока десятичасового режима (см. табл. 2) при температуре электролита 20—30° С (рис. 11). Разряд заканчивают, когда на выводах одного из наихудших аккумуляторов напряжение понизится до 1,7 В. Батарея считается в хорошем техническом состоянии, если время разряда будет не менее 5,5, 6,5 или 7,5 ч для батарей с электролитом плотностью 1,25; 1,27 или 1,29 г/см³ соответственно. Для батарей со скрытыми перемычками разряд проводят до конечного напряжения на выводах 5,1 В у 6-вольтных батарей и 10,2 В у 12-вольтных.

После контрольного разряда годные батареи заряжают обычным порядком и направляют для эксплуатации или на склад хранения. Если время разряда батареи будет меньше вышеприведенных величин, то ее подвергают нескольким циклам заряда и разряда, контролируя время разряда.

§ 9. ЗАРЯД АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ

Аккумуляторные батареи, установленные на автомобиль, заряжаются от автомобильного генератора, а новые, отремонтированные или снятые с автомобиля, — в аккумуляторном цехе автопредприятия от мощных выпрямителей или генераторов постоянного тока.

Заряд аккумуляторных батарей на автомобиле. На автомобиле аккумуляторные батареи заряжаются при постоянном напряжении, которое поддерживается в заданных пределах регулятором напряжения. Максимальное значение напряжения должно быть таким (см. табл. 4), чтобы заряд аккумуляторной батареи доводился только до начала газообразования, т. е. чтобы не было ее перезаряда.

Установлено, что при повышении регулируемого напряжения выше оптимального значения на 10—12% срок службы аккумуляторной батареи сокращается в 2—2,5 раза.

Регулируемое напряжение в зависимости от времени года и климатической зоны эксплуатации аккумуляторных батарей поддерживается регулятором в пределах, указанных в табл. 4. Величины напряжения определяются Инструкцией по эксплуатации стартерных аккумуляторных батарей (ФЯО.355.009 ИЭ).

Сила зарядного тока при заряде аккумуляторной батареи зависит от степени ее разряженности и определяется по формуле $I_z = (U_r - E_b) / r_b$, где U_r — напряжение генератора, В; E_b — э. д. с. батареи, В, замеряемая вольтметром; r_b — сопротивление батареи, Ом.

В начале заряда сила тока I_z будет большой вследствие значительной разности между напряжением генератора U_r и э. д. с. батареи E_b . По мере заряда батареи возрастает ее э. д. с., в результате чего сила зарядного тока снизится почти до нуля (рис. 12). Так

Климатические зоны (средняя месячная температура в январе месяце, °C)	Время года	Напряжение электрооборудования автомобиля, В	Напряжение генератора, регулируемое регулятором напряжения, В	
			при наружной установке батарей	при подкапотной установке батарей
Холодная (от —50 до —15)	Зима	12	14,5—15,5	14,2—15,0
		24	29,0—31,0	
	Лето	12	13,8—14,8	13,2—14,2
		24	27,0—29,0	
Умеренная (от —15 до —4)	Круглый год	12	13,8—14,8	13,2—14,2
		24	27,0—29,0	
Жаркая, теплая влажная (от —15 до +6)	То же	12	13,2—14,0	13,0—14,0
		24	26,0—28,0	

Примечание. Подрегулировка регулятора напряжения производится в случаях, когда продолжительное время наблюдается перезаряд или недозаряд аккумуляторной батареи.

как в начале заряда сила тока I_z достигает большой величины, то в течение 1—2 ч батарея зарядится на 90—95% своей емкости,

Основные достоинства заряда батарей при постоянном напряжении заключаются в следующем:

по мере заряда батарей сила тока I_z постепенно уменьшается почти до нуля, что улучшает преобразование $PbSO_4$ в PbO_2 и Pb в глубоких слоях активного вещества электродов и не возникает перезаряда батарей;

заряд заканчивается при малой силе тока, почти без газообразования, что предупреждает разрушение и выпадение активного вещества электродов и коррозию решеток положительных электродов;

короткое время заряда.

Недостатком этого способа заряда является то, что невозможен полный заряд батареи, так как при зарядном напряжении 2,3—2,4 В на один аккумулятор заряд подводится только до начала газообразования.

Заряд аккумуляторных батарей в цехе. В новые аккумуляторные батареи перед их зарядом заливают электролит плотностью на 0,02 меньше той, которая должна быть в конце заряда для данной климатической зоны (см. табл. 1). Температура электролита, заливаемого в аккумуляторы, должна быть не ниже +15 и не выше +25° С. Не ранее чем через 20 мин и не позже чем через 2 ч после заливки электролита необходимо произвести контроль плотности электролита. Если плотность электролита понизится не более чем на 0,03 г/см³ против плотности заливаемого электролита, то батарею

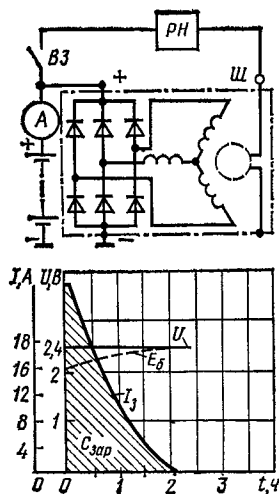


Рис. 12. Принципиальная схема цепи заряда аккумуляторной батареи при постоянном напряжении и характеристика заряда аккумулятора

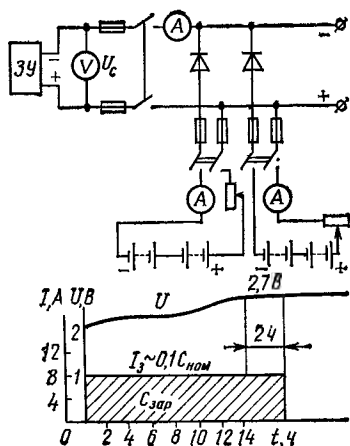


Рис. 13. Принципиальная схема цепи заряда аккумуляторных батарей при постоянной силе зарядного тока и характеристика заряда аккумулятора

можно сдать в эксплуатацию без заряда. Если же плотность электролита понизится более чем на $0,03 \text{ г/см}^3$, то батарею следует зарядить.

В цехе применяются зарядные устройства, которые позволяют заряжать одновременно несколько батарей и устанавливать необходимый режим заряда. Заряд аккумуляторных батарей в цехе производится при постоянной силе тока, величина которой выбирается в зависимости от их технического состояния и емкости. Обычно новые аккумуляторные батареи заряжают силой тока, соответственно равной $0,1$ от номинальной емкости. Заряд работавших батарей, снятых с автомобиля, допускается производить силой тока, большей, чем новых.

Аккумуляторные батареи для заряда подключают к зарядному устройству (ЗУ) (рис. 13). Перед зарядом аккумуляторные батареи необходимо подобрать в группы и соединить между собой. При этом необходимо руководствоваться следующим: подбирать в группы аккумуляторные батареи, которые имеют одинаковую емкость с примерно равной степенью разряженности. Количество последовательно включенных аккумуляторов должно быть таким, чтобы на каждый аккумулятор батареи (группы) приходилось напряжение не ниже $2,7 \text{ В}$, т. е. $n_{\text{ак}} = U_c / 2,7$, где U_c — напряжение сети в В.

Количество групп батарей, подключаемых для одновременного заряда, принимается в зависимости от мощности источника постоянного тока зарядного устройства. Включают такое количество групп,

чтобы суммарная сила зарядного тока в цепи всех групп включенных аккумуляторных батарей не превышала номинальную силу тока зарядного устройства. Для поддержания необходимой силы тока вначале и в процессе всего заряда в каждую группу включают регулировочный реостат.

Величина сопротивления (в Ом) реостата определяется по формуле $R = (U_c - 2n)/I_z$, где U_c — напряжение сети, В; 2 — напряжение аккумулятора в начале заряда, В; n — число последовательно включенных аккумуляторов в цепи заряда, шт; I — сила зарядного тока, А.

Во время заряда периодически проверяют напряжение аккумуляторов, плотность и температуру электролита. В случае, если температура электролита достигнет 45° С, зарядный ток снижают наполовину или прерывают заряд на время, необходимое для снижения температуры электролита до 30° С. Заряд батарей ведут до тех пор, пока не наступит обильное газовыделение во всех аккумуляторах батарей, а напряжение и плотность электролита будут оставаться постоянными в течение 2 ч, что служит признаком конца заряда. Если плотность электролита в конце заряда будет отличаться от величин, указанных в табл. 1, необходимо произвести корректировку плотности электролита при продолжающемся заряде доливкой дистиллированной воды в случаях, когда плотность выше, или доливкой электролита плотностью 1,40 г/см³, если она ниже.

Диоды в цепи заряда предотвращают разряд батареи через зарядное устройство.

Основное достоинство заряда батарей при постоянной силе тока заключается в том, что имеется возможность устанавливать любую силу зарядного тока, контролировать и корректировать ее в процессе всего заряда.

Следовательно, этим способом можно заряжать аккумуляторные батареи, находящиеся в различном техническом состоянии (новые, после длительного хранения, после ремонта, при сезонном обслуживании, при устранении сульфатации и т. д.).

Основными недостатками этого метода заряда являются большое время заряда, значительные потери энергии в реостатах, необходимость контроля за процессом заряда.

Основные правила техники безопасности при заряде аккумуляторных батарей. Заряд батарей производится при работающей вытяжной вентиляции.

Включение батарей в цепь и выключение их из цепи заряда осуществляется только после выключения электрической цепи зарядного устройства.

Полюсные выводы батарей соединяют с помощью плотно закрепляемых зажимов, не допускающих искрения. Заряд батарей производят при открытых заливных отверстиях в крышках аккумуляторов. Состояние аккумуляторов батарей определяют денсиметром и вольтметром. Измерять напряжение аккумуляторов разрешается только при завернутых пробках. *В помещениях для заряда аккумуляторных батарей запрещается курить и пользоваться открытым огнем.*

Зарядные устройства и выключатели электрических цепей должны быть взрывобезопасными.

§ 10. ХРАНЕНИЕ АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ

Аккумуляторные батареи рекомендуется хранить в неотапливаемом помещении при температуре не выше 0°C и не ниже минус 30°C , во избежание образования трещин мастики. При пониженной температуре электролита резко уменьшаются саморазряд отрицательных пластин и коррозия решеток положительных пластин, что способствует повышению срока службы батарей.

Перед постановкой на длительное хранение батарею в заряженном состоянии с электролитом необходимо полностью зарядить силой тока, соответственно равной $0,1 C_{20}$, и при необходимости довести уровень электролита до нормы. Поверхность батареи следует насухо протереть, очистить выводы и смазать их тонким слоем технического вазелина. В период хранения батарей на складах при любой температуре воздуха ежемесячно проверяют плотность электролита и в случае понижения ее на $0,04 \text{ г/см}^3$ против первоначальной батарею следует подзарядить силой тока, соответственно равной, $0,1 C_{20}$.

При плюсовой температуре хранения батарею необходимо ежемесячно подзаряжать силой тока нормального заряда для восстановления емкости, потерянной при саморазряде.

Новые, не залитые электролитом аккумуляторные батареи рекомендуется хранить тоже в неотапливаемых помещениях при температуре до минус 30°C . При постановке на хранение пробки на батареях должны быть плотно ввинчены, герметизирующие пленки, стержни, колпачки и другие детали в вентиляционных отверстиях аккумуляторных крышек должны быть установлены. Батареи для хранения устанавливаются в один ряд выводами вверх и защищаются от действия прямых солнечных лучей.

Максимальный срок хранения батарей в сухом виде не должен превышать 3 лет.

Для компенсации саморазряда батареи можно подзаряжать малой силой тока от $0,02$ до $0,1 \text{ А}$.

При подготовке к длительному хранению аккумуляторных батарей их заряжают, а затем сливают из аккумуляторов электролит. Аккумуляторы дважды промывают дистиллированной водой. Слив воды производят через 20—25 мин после заливки. Затем заливают в аккумуляторы 5%-ный раствор борной кислоты до нормального уровня и ввертывают пробки.

Вытирают батарею насухо и ставят на хранение в помещение, где будет поддерживаться положительная температура, что предотвратит замерзание раствора.

При таком способе хранения не происходит саморазряд электродов.

Для ввода батареи в эксплуатацию из нее выливают раствор борной кислоты, опрокидывают батарею отверстиями вниз. Через 20—25 мин аккумуляторы заливают электролитом серной кислоты плотностью $1,38—1,40 \text{ г/см}^3$ и после 40—50 мин пропитки пластин батарею устанавливают на автомобиль.

В конце рабочего дня измеряют плотность электролита и при необходимости производят корректировку плотности до необходимой величины.

Генератор является основным источником электрической энергии системы электроснабжения, обеспечивающим питание всех потребителей и заряд аккумуляторной батареи при работе двигателя. К генераторам предъявляются следующие требования: простота конструкции; долговечность и надежность в эксплуатации; малые габаритные размеры, масса и стоимость; большая удельная мощность (мощность на 1 кг массы); возможность обеспечения заряда аккумуляторных батарей при малой частоте вращения коленчатого вала двигателя. Перечисленным требованиям в большей степени удовлетворяют генераторы переменного тока со встроенным выпрямителем, поэтому они нашли широкое применение на современных автомобилях.

Автомобильный генератор переменного тока — трехфазный, с электромагнитным возбуждением, у которого частота наводимой э. д. с. пропорциональна частоте вращения ротора генератора. Такие генераторы просты по конструкции, имеют небольшие габаритные размеры и массу при большой мощности, надежны в эксплуатации. Конструкция генераторов переменного тока позволяет повысить частоту вращения ротора генератора, поэтому при работе двигателя на минимальной частоте вращения коленчатого вала генераторы развивают до 40% номинальной мощности, что благоприятно влияет на режим заряда аккумуляторной батареи.

Устройство генераторов. Генераторы переменного тока различных типов имеют незначительные конструктивные отличия, направленные на повышение удельной мощности, надежности и долговечности.

Рассмотрим устройство генераторов на примере генератора типа Г 250 (рис. 14). Между двумя алюминиевыми крышками 1 и 13 при помощи стяжных винтов закреплен сердечник статора 10, являющийся магнитопроводом, который для уменьшения нагрева вихревыми токами набирают из тонких стальных пластин, покрытых лаком. Внутренняя поверхность статора (рис. 15, а) имеет восемнадцать зубцов 3, на которые нанизано восемнадцать катушек обмотки 5 статора. Катушки закреплены на зубцах текстолитовыми клиньями 4. Катушки распределены на три фазы и включены по схеме «звезда», а в мощных генераторах, например в генераторе Г286, — по схеме «треугольник». В каждой фазе

включено по шесть последовательно соединенных катушек. Концы фаз 2 присоединяются к трем зажимам блока кремневых диодов выпрямителя.

В двух шариковых подшипниках, установленных в крышках 1 и 13 (см. рис. 14) генератора, вращается ротор с катушкой обмотки возбуждения 9 (см. рис. 15, б). Подшипники смазываются при сборке. Катушка обмотки возбуждения 9 нанизана на стальную втулку, расположенную между двумя стальными полюсными наконечниками 8, обладающими остаточным магнетизмом. Наконечники одной половины ротора с северной магнитной полярностью входят между наконечниками второй половины ротора с южной магнитной полярностью. Оба конца обмотки возбуждения припаяны к двум медным контактным кольцам 7, установленным на изоляционные втулки. Полюсные наконечники 8, втулка и изоляционные втулки контактных колец 7 напрессованы на рифленую поверхность вала 10

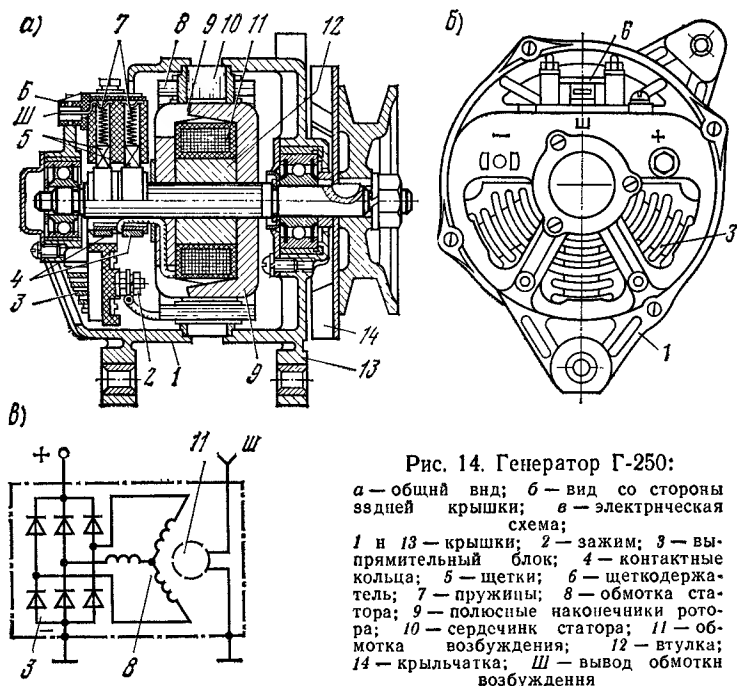


Рис. 14. Генератор Г-250:

а — общий вид; б — вид со стороны задней крышки; в — электрическая схема;
1 и 13 — крышки; 2 — зажим; 3 — выпрямительный блок; 4 — контактные кольца; 5 — щетки; 6 — щеткодержатель; 7 — пружины; 8 — обмотка статора; 9 — полюсные наконечники ротора; 10 — сердечник статора; 11 — обмотка возбуждения; 12 — втулка; 14 — крыльчатка; Ш — вывод обмотки возбуждения

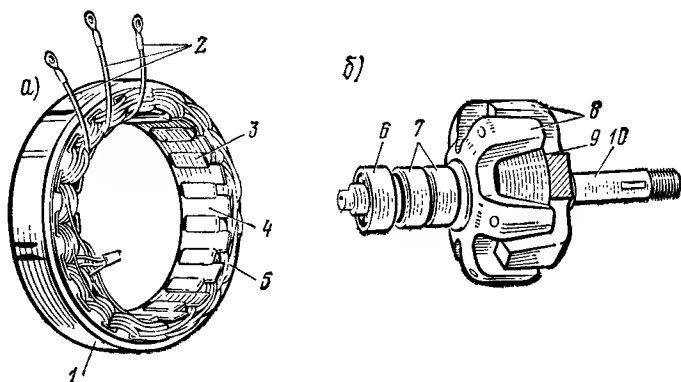


Рис. 15. Основные узлы генератора.

а — статор; *б* — ротор;
 1 — сердечник; 2 — концы фаз; 3 — зубцы; 4 — клин; 5 — катушка обмотки;
 6 — подшипник; 7 — контактные кольца; 8 — полюсные наконечники; 9 — обмотка возбуждения; 10 — вал

ротора. В пластмассовом щеткодержателе 6 (см. рис. 14) установлены две графитовые щетки 5, которые прижимаются пружинами 7 к контактным кольцам 4 ротора. Одна щетка соединена гибким проводником со штекерным зажимом Ш щеткодержателя 6, а другая винтом крепления щеткодержателя соединена с корпусом генератора. Крышки 1 и 13 генератора имеют прорези для движения воздуха, создаваемого крыльчаткой 14 шкива. На крышке 1 установлены минусовый зажим «—» (см. рис. 14, б) (винт, ввернутый в крышку) и изолированный от корпуса плюсовой зажим «+».

Переменный ток генератора преобразуется в постоянный выпрямителем, собранным по трехфазной двухполупериодной схеме на шести кремниевых диодах. Конструкция и электрическая схема выпрямительного блока типа ВБГ показаны на рис. 16. Блок состоит из трех секций, установленных на пластмассовом основании 1 и двух соединительных шин 2 и 5. Каждая секция блока состоит из алюминиевой отливки с ребрами радиатора (теплоотвода) 3, в двух гнездах которой собраны $p-n$ переходы выпрямительных диодов. В одном гнезде $p-n$ переход имеет на корпусе p -зону, а в другом n -зону. Противоположные зоны переходов имеют выводы, которые припаиваются к соединительным шинам 2 и 5. Минусовая шина 2 выпрямительного блока

соединена с корпусом генератора, а плюсовая 5 изолирована от корпуса и соединена с зажимом «+». Каждая секция имеет токоподводящий зажим 4, к которому подсоединяется один из концов фазовой обмотки 6 статора.

Выпрямительный блок типа БПВ (рис. 17) состоит из шести диодов 2 и 3 типа ВА-20, которые запрессованы в специальных шинах 1 и 5, являющихся теплоотводами. Диоды выпускаются в двух исполнениях — с прямой и обратной проводимостью. Диоды прямой проводимости маркируются красным цветом и запрессовываются в плюсовую шину 5, а диоды обратной проводимости маркируются черным цветом и запрессовываются в минусовую шину 1. Выводы дио-

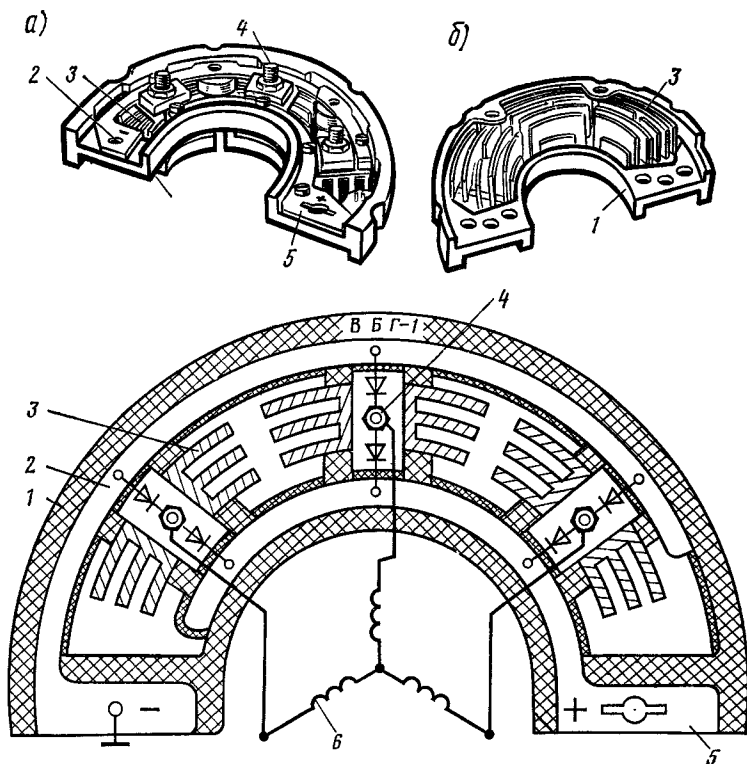


Рис. 16. Выпрямительный блок типа ВБГ:

а — вид со стороны зажимов; б — вид со стороны радиаторов; в — принципиальная схема;
1 — пластмассовое основание; 2 — минусовая шина; 3 — радиатор; 4 — зажим;
5 — плюсовая шина; 6 — обмотка статора

дов соединены с изолированными от шин винтовыми зажимами 4, к которым подключаются концы фаз обмотки статора 6. Выпрямительные блоки ВБГ и БПВ взаимозаменяемы. Генераторы серии Г250 (Г250-А1, Г250-Б1, Г250-В2, Г250-Г1, Г250-Д1, Г250-Е1, Г250-Ж1, Г250-И1, Г250-Л1, Г250-Н1 и т. д.) отличаются друг от друга шкивами. В генераторе Г-250-Ж1 (для двигателей автомобиля «Москвич») смещена лапа крепления на передней крышке.

Мощные генераторы типа Г284, Г286 отличаются от генератора Г250 габаритными размерами. В генераторе Г286 обмотка статора соединена по схеме «треугольник», что позволяет уменьшить сечение проводников обмотки и габариты статора. Генератор Г221 имеет иную конструкцию крышек и выпрямительного блока. Обмотка статора имеет вывод нулевой точки фаз для подключения реле контрольной лампы заряда аккумуляторной батареи. Зажимы генератора Г221 имеют цифровую маркировку: зажимы «+», «30», «Ш», «67», вывод нулевой точки фаз — «85». Генераторы Г271, Г272 с номинальным напряжением 28 В отличаются от генератора Г250 обмоточными данными статора и ротора. В генераторе Г272 обе щетки изолированы от корпуса и соединены с двумя штекерными зажимами «Ш» щеткодержателя. Генератор Г273 с номинальным напряжением 28 В имеет вывод нулевой точки фаз, от которой питается обмотка возбуждения, поэтому в генераторе Г273 используется ротор генератора типа Г250. Для возбуждения генератора между обмоткой возбуждения и зажимом «+» включен резистор подпитки сопротивлением 75 Ом (см. рис. 31, б). В генераторах Г266, 17.3701, 29.3701, Г286-А и других со

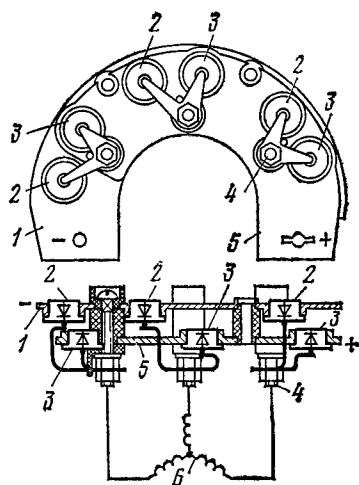


Рис. 17. Выпрямительный блок типа БПВ:

1 — минусовая шина; 2 — диоды обратной полярности; 3 — диоды прямой полярности; 4 — зажимы обмотки стартера; 5 — плюсовая шина; 6 — обмотка статора

В генераторе Г286 обмотка статора соединена по схеме «треугольник», что позволяет уменьшить сечение проводников обмотки и габариты статора. Генератор Г221 имеет иную конструкцию крышек и выпрямительного блока. Обмотка статора имеет вывод нулевой точки фаз для подключения реле контрольной лампы заряда аккумуляторной батареи. Зажимы генератора Г221 имеют цифровую маркировку: зажимы «+», «30», «Ш», «67», вывод нулевой точки фаз — «85». Генераторы Г271, Г272 с номинальным напряжением 28 В отличаются от генератора Г250 обмоточными данными статора и ротора. В генераторе Г272 обе щетки изолированы от корпуса и соединены с двумя штекерными зажимами «Ш» щеткодержателя. Генератор Г273 с номинальным напряжением 28 В имеет вывод нулевой точки фаз, от которой питается обмотка возбуждения, поэтому в генераторе Г273 используется ротор генератора типа Г250. Для возбуждения генератора между обмоткой возбуждения и зажимом «+» включен резистор подпитки сопротивлением 75 Ом (см. рис. 31, б). В генераторах Г266, 17.3701, 29.3701, Г286-А и других со

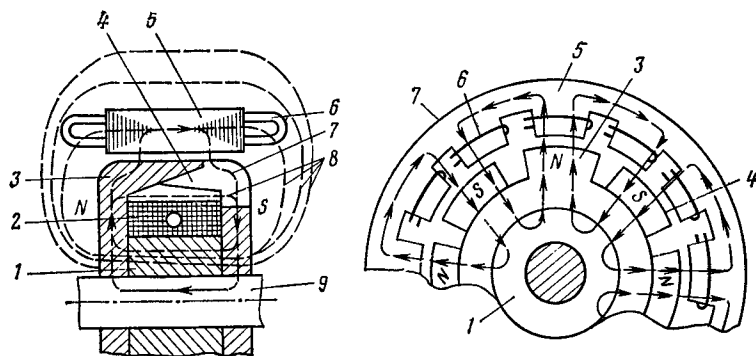


Рис. 18. Магнитная система генератора:

1 — втулка; 2 — обмотка возбуждения; 3 и 4 — полюсные наконечники; 5 — сердечник статора; 6 — обмотка статора; 7 — магнитный поток; 8 — поток рассеяния; 9 — вал ротора

встроенным интегральным регулятором напряжения применяется щеткодержатель, в котором вмонтирован регулятор.

Основные данные некоторых типов генераторов приведены в табл. 5.

Принцип работы генераторов. Полюсные наконечники 3 и 4 (рис. 18) магнитной системы генератора и втулка 1 ротора обладают небольшим остаточным магнетизмом. Большая часть магнитного потока 7 ротора замыкается через зубцы сердечника статора 5, а оставшаяся часть магнитного потока 8 рассеивается вне сердечника и не участвует в наведении э. д. с. в обмотке статора. При вращении ротора под каждым зубцом сердечника статора проходит то северный, то южный полюс ротора, в результате чего магнитный поток, проходящий через зубцы статора, изменяет свое направление и величину. Вследствие этого происходит пересечение катушек обмотки статора 6 магнитными линиями и в них индуцируется э. д. с. переменного направления. Величина э. д. с. E_r , индуцируемая в катушках обмотки статора (с учетом только основных факторов), зависит от величины магнитного потока возбуждения Φ и частоты n вращения ротора: $E_r = c_e \Phi n$, где c_e — коэффициент, зависящий от конструкции данного генератора. При работе генератора магнитному потоку ротора противодействует

Таблица 5

Технические данные	Генераторы					
	Г 250	16.3701	17.3701	29.3701	Г 266	Г 286-А
Номинальное напряжение, В				14		28
Максимальная сила тока саморазличия при 5000 об/мин, А	40	65	40	45	60	85
Частота вращения ротора, при которой достигается номинальное напряжение (об/мин):	950	—		950	1200	1000
при отсутствии тока нагрузки, не более						
при токе нагрузки (А), не более	(28) 2100	(50) 2100	(24) 2200	(32) 2100	(40) 2100	(63) 1700
						(20) 2100

Технические данные	Генераторы				
	Г 250	16. 3701	17. 3701	29. 3701	Г 266
	Г 273	Г 286-А	Г 273		
Усилие пружины на шестку, мкН (гс)		1,8—2,6 (180—260)			
Работает с регулятором напряжения	РР350 РР362	13.3702	Я112-А		Я120
Сопротивление обмотки возбуждения, Ом	3,7	3,5	3,7		
Сопротивление одной фазы обмотки статора, Ом	0,12	—	0,12	0,07	—
Выпрямительный блок	ВБГ-1; БПВЧ-45	БПВЧ-60	БПВЧ-45	БПВЧ-60	БПВЧ-45
Установлен на автомобилях	ГАЗ, ЗИЛ и др.	ГАЗ-31-02 «Волга»	ЗИЛ	«Москвич»	ВБГ-6Г; БПВ7-100 ЛАЗ, ЛНАЗ КамАЗ, МАЗ, КраЗ

магнитный поток статора. Следовательно, в воздушном зазоре между ротором и сердечником статора величина магнитного потока возбуждения Φ определяется разностью величин магнитных потоков ротора и статора.

Индуктируемая э. д. с. создает переменный ток, который при помощи кремниевых диодов выпрямляется в постоянный ток. Этот ток, проходя по обмотке возбуждения 2, дополнительно намагничивает полюсные наконечники 3 и 4 и втулку 1 ротора, благодаря чему магнитный поток (Φ) ротора, а следовательно, и э. д. с. (E_r) в обмотке 6 статора увеличиваются. Таким образом, величина э. д. с. (E_r), индуктируемая в катушках обмотки статора, возрастает при увеличении магнитного потока возбуждения (Φ) и частоты вращения ротора (n).

При отключенной внешней цепи вследствие незначительной силы тока в обмотке статора падение напряжения в ней будет мало, поэтому напряжение генератора U_r можно считать равным величине его э. д. с. E_r :

$$U_r \approx E_r = c_e \Phi n.$$

Напряжение на выводах генератора U_r при включенной внешней цепи будет меньше его э. д. с. на величину падения напряжения в обмотке статора ($I z_{ст}$) и в цепи выпрямительного блока ($I R_{в.б}$): $U_r = E_r - I z_{ст} - I R_{в.б}$, где $z_{ст}$ — общее сопротивление обмотки статора ($z_{ст} = \sqrt{R_{ст}^2 + X_{L_{ст}}^2}$); $X_{L_{ст}}$ — индуктивное сопротивление обмотки; $R_{ст}$ — активное сопротивление обмотки.

Напряжение генератора достигает номинальной величины при частоте вращения ротора, равной 900—1000 об/мин.

Для увеличения напряжения генератора, а следовательно, и его мощности ($P_r = U_r I_r$) на минимальной частоте вращения ротора в схеме генераторной установки обмотку возбуждения подключают к аккумуляторной батарее.

Характеристики генератора. Рассмотрим зависимость изменения выпрямленного напряжения генератора U_r от частоты вращения n ротора, при работе генератора без нагрузки ($I_r = 0$).

Из графика (рис. 19, а) видно, что напряжение генератора возрастает при увеличении частоты вращения ротора, а точка пересечения зависимости $U_r = f(n)$ с линией номинального напряжения U_N определяет начальную частоту вращения n_0 , при которой генератор достигает номинального напряжения. Из графика также видно, что генератор раз-

вивает напряжение значительно больше номинального, а это недопустимо, поэтому все автомобильные генераторы работают с регуляторами напряжения. На рис. 19, б показана зависимость изменения силы тока нагрузки I_r генератора от частоты вращения ротора n при неизменном значении выпрямленного напряжения U_r . Точка пересечения зависимости $I_r = f(n)$ с линией номинальной силы тока нагрузки I_N определяет начальную частоту вращения ротора n_N , при которой генератор отдает номинальную мощность. Частоты вращения n_0 и n_N являются контрольными и указываются в технической характеристике (см. табл. 5).

Схема соединения приборов для снятия приведенных характеристик показана на рис. 19, в. Максимальная сила тока $I_{r\max}$ генератора при большой частоте вращения ротора может превысить номинальную величину I_N (см. рис. 19, б), однако при этом перегрева генератора не будет, так как улучшается охлаждение генератора потоком охлаждающего воздуха.

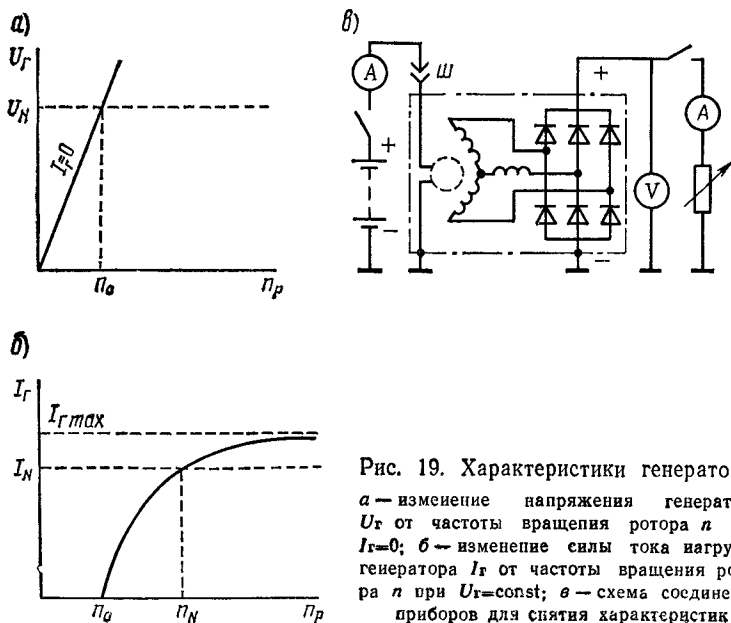


Рис. 19. Характеристики генератора: а — изменение напряжения генератора U_r от частоты вращения ротора n при $I_r = 0$; б — изменение силы тока нагрузки генератора I_r от частоты вращения ротора n при $U_r = \text{const}$; в — схема соединения приборов для снятия характеристик

Генераторы переменного тока обладают свойством самоограничения максимальной силы тока нагрузки, что предотвращает перегрев обмотки статора и диодов выпрямителя, а поэтому исключается необходимость установки ограничителя силы тока в электрической цепи генератора. С увеличением силы тока нагрузки возрастает сила тока в катушках обмотки статора. Следовательно, возрастает и магнитный поток статора, а так как он противодействует магнитному потоку ротора, то результирующий магнитный поток, замыкающийся через сердечник статора, уменьшается. В результате снижается величина магнитного потока, пересекающего катушки обмотки статора, и в них индуцируется меньшая э. д. с. Кроме того, увеличение частоты вращения ротора сопровождается повышением частоты тока ($f = pn/60$) в катушках обмотки статора, что увеличивает индуктивное сопротивление обмотки $X_L = 2\pi fL$.

Следовательно, с увеличением частоты вращения ротора увеличивается напряжение на обмотке статора $I_{z_{ст}} = I\sqrt{R_{ст}^2 + X_{L_{ст}}^2}$, что приводит к снижению напряжения и тока нагрузки генератора. Таким образом, вследствие снижения индуцируемой э. д. с. в катушках обмотки статора при увеличении нагрузки генератора и возрастания индуктивного сопротивления обмотки статора с повышением частоты вращения ротора ограничивается максимальная сила тока генератора. Когда сила тока достигает номинальной величины, кривая I_r плавно переходит в горизонтальную прямую.

§ 12. РЕГУЛЯТОРЫ НАПРЯЖЕНИЯ

Регулятор напряжения — прибор системы электроснабжения, состоящий из одного или нескольких регулирующих устройств, которые выполняют функции регулирования напряжения генератора, защиты транзисторов от теплового разрушения и некоторые другие. В настоящее время применяются следующие типы регулирующих устройств: контактные, контактно-транзисторные, бесконтактные и интегральные.

Из уравнения $U_r = c_e \Phi n$ следует, что для поддержания постоянной величины напряжения генератора необходимо при изменении частоты вращения ротора n изменять величину магнитного потока возбуждения Φ обратно пропорционально частоте вращения ротора, что достигается изменением силы тока возбуждения при помощи регулятора напряжения. Регулятор напряжения должен поддерживать постоянное напряжение в определенных пределах (см. табл. 4) независимо от изменения частоты вращения ротора,

нагрузки и температуры окружающей среды. Отклонение от расчетной величины напряжения не должно превышать 3%. Установлено, что при повышении напряжения генератора выше расчетного на 10—12% срок службы аккумуляторной батареи и автомобильных ламп сокращается в 2—2,5 раза. При уменьшении напряжения генератора не будет полного заряда аккумуляторной батареи.

Устройство контактного регулятора напряжения. Магнитная система регулятора напряжения (рис. 20) включает в себя П-образное ярмо 7, сердечник 3 с обмоткой 6 и якорек 4. Сердечник, якорек и ярмо изготовлены из малоуглеродистой стали и являются хорошим магнитопроводом. Обмотка 6 включена на полное напряжение генератора. Якорек 4 оттягивается вверх пружиной 5, удерживая контакты 2 в замкнутом состоянии. Вольфрамовые контакты 2 регулятора (через якорек и ярмо) включены последовательно в цепь обмотки возбуждения ОВ генератора; один из контактов закреплен на якоре 4, другой — на неподвижной пластине 1. Параллельно контактам включен резистор R_d . Якорек 4 подвешен на термобиметаллической пластине ТБП.

Принцип действия регулятора напряжения. При включенном выключателе зажигания ВЗ ток в обмотку возбуждения ОВ генератора поступает от аккумуляторной батареи через замкнутые контакты 2, якорек 4, ярмо 7, создавая вокруг обмотки возбуждения магнитный поток. Одновременно ток поступает в обмотку 6 регулятора напряжения, в результате чего происходит намагничивание сердечника 3. При напряжении генератора ниже регулируемой величины (см. табл. 4) контакты 2 регулятора удерживаются пружиной 5 в замкнутом положении, так как сила магнитного притяжения якорька будет меньше силы пружины. По мере увеличения частоты вращения ротора генератора напряжение генератора возрастает. При увеличении напряжения генератора увеличивается сила тока в обмотке 6 регулятора, что усиливает намагничивание сердечника, и в момент, когда намагничивающая сила сердечника 3 станет больше силы пружины 5, произойдет размыкание контактов регулятора.

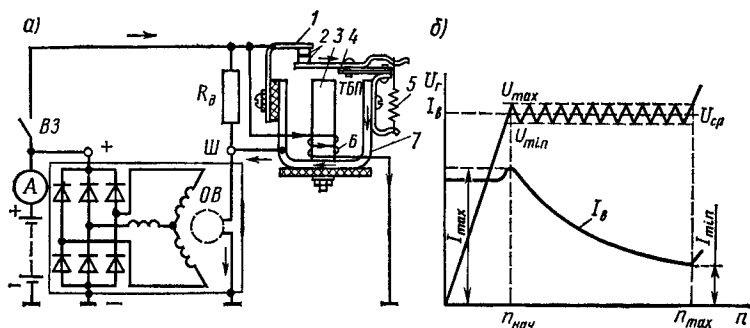


Рис. 20. Контактный регулятор напряжения:

а — схема регулятора; б — зависимость изменения напряжения генератора U_r и силы тока возбуждения I_b от частоты вращения ротора n ;
1 — пластина; 2 — контакты; 3 — сердечник; 4 — якорек; 5 — пружина; 6 — обмотка; 7 — ярмо

При разомкнутых контактах в цепь обмотки возбуждения генератора включается последовательно резистор R_d , что вызывает резкое уменьшение силы тока в обмотке возбуждения генератора. Это, в свою очередь вызовет уменьшение магнитного потока возбуждения и, следовательно, уменьшит величину индуцируемой э. д. с. в обмотке статора, а напряжение генератора снизится на 0,1—0,4 В. При падении напряжения генератора снижается сила тока в обмотке регулятора напряжения, намагничивание сердечника уменьшается и усилием пружины якорька контакты регулятора напряжения вновь замкнутся. Резистор R_d при этом будет замкнут контактами, что вызовет увеличение силы тока в обмотке возбуждения генератора, а следовательно, увеличение магнитного потока возбуждения; поэтому напряжение генератора снова возрастет. При увеличении напряжения генератора возрастает сила тока в обмотке регулятора напряжения и происходит усиление намагничивания сердечника, который, притягивая якорек, размыкает контакты. Таким образом, при работе регулятора напряжения его контакты периодически замыкаются и размыкаются, что обеспечивает изменение силы тока возбуждения в зависимости от частоты вращения ротора генератора, а напряжение генератора колеблется около своего среднего значения:

$$U_{ср} = (U_{\max} + U_{\min}) / 2.$$

Сила магнитного напряжения якорька зависит от величины магнитного потока сердечника Φ_c , который прямо пропорционален числу ампер-витков $I\omega$ основной обмотки и обратно пропорционален магнитному сопротивлению R_m магнитной цепи регулятора (сердечник, ярмо, якорек и зазоры между ними):

$$\Phi_c = I\omega / R_m.$$

Сила тока в обмотке регулятора зависит от среднего напряжения генератора $U_{ср}$ и сопротивления обмотки R_0 . Таким образом, средняя величина напряжения генератора U_r зависит от числа витков обмотки регулятора ω_0 , ее сопротивления R_0 , величины воздушного зазора δ между якорьком и сердечником, а также от силы пружины $F_{пр}$ якорька: $U_r = c\delta\sqrt{F_{пр}} R_0 / \omega_0$, где c — постоянный коэффициент.

Из уравнения следует, что для изменения напряжения, поддерживаемого регулятором, нужно изменить либо натяжение пружины $F_{пр}$ (основной способ регулировки), либо воздушный зазор δ . Регулируемое напряжение генератора будет больше при увеличении воздушного зазора δ между якорьком и сердечником и силы натяжения пружины $F_{пр}$ якорька. При более подробном рассмотрении процесса регулирования напряжения можно заметить, что скорость, с которой напряжение генератора возрастает при замыкании контактов и уменьшается при их размыкании, зависит от частоты вращения ротора генератора.

Рассмотрим явления, способствующие и препятствующие изменению напряжения генератора при замыкании и размыкании контактов. При замыкании контактов регулятора уменьшается сопротивление цепи возбуждения генератора, что является причиной увеличения силы тока в обмотке возбуждения. При этом увеличивается магнитный поток возбуждения, который индуцирует в витках кату-

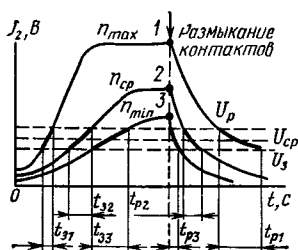
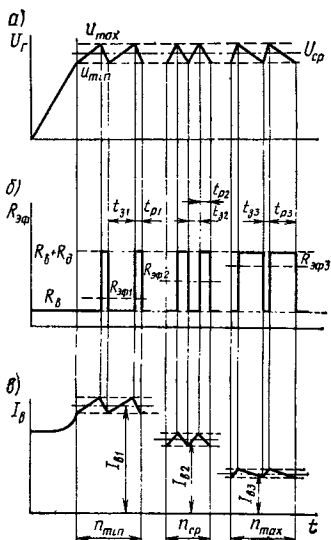


Рис. 21. Кривые напряжения генератора при различной частоте вращения ротора

Рис. 22. Изменение основных показателей генератора при различной частоте вращения ротора n по времени:

а — напряжения генератора U_g ;
 б — эффективного сопротивления $R_{эф}$ цепи возбуждения, в — силы тока возбуждения I_B



шек обмотки возбуждения э. д. с. самоиндукции, действующую против тока (правило Ленца) и замедляющую его нарастание. Следовательно, магнитный поток возбуждения генератора после замыкания контактов регулятора нарастает с замедлением; этому способствует также явление гистерезиса стали. Таким образом, при замыкании контактов регулятора э. д. с. и напряжение генератора не могут возрасть мгновенно до максимального значения, соответствующего величинам магнитного потока возбуждения и частоты вращения ротора генератора. При малой частоте вращения ротора n_{min} максимальная величина напряжения генератора будет меньше, чем при большой частоте n_{max} . Кроме того, при малой частоте вращения ротора нарастание напряжения генератора будет более медленным, чем при большой (рис. 21).

В момент размыкания контактов регулятора из-за уменьшения силы тока возбуждения уменьшается величина магнитного потока возбуждения, который, пересекая витки катушки ОБ, индуцирует в ней э. д. с. самоиндукции, совпадающую с направлением убывающего тока. При этом э. д. с. самоиндукции препятствует резкому уменьшению силы тока в цепи возбуждения, и, следовательно, убывание магнитного поля, а вместе с ним убывание напряжения генератора замедляется. Если на рис. 21 провести линии, определяющие величину напряжения генератора при размыкании и замыкании контактов регулятора, то пересечение этих линий с кривыми нарастания и спада напряжения позволит определить время t_a , в течение которого напряжение возрастает от величины U_a до U_p и время t_p спада напряжения от U_p до U_a при различной частоте вращения ротора генератора. Из рис. 21 видно, что с увеличением частоты вращения ротора генератора время замкнутого состояния контактов уменьшается, а время разомкнутого состояния возрастает.

Кривые изменения пульсирующего напряжения для малой, средней и большой частот вращения ротора генератора показаны на рис. 22, а. Они составлены из соответственных отрезков кривых нарастания и спада напряжения, изображенных на рис. 21. На рис. 22, б показано изменение сопротивления цепи возбуждения генератора, скачкообразно меняющегося от величины R_B (сопротивления обмотки возбуждения генератора) при замкнутых контактах регулятора до величины $R_B + R_D$ (сопротивления обмотки возбуждения R_B с последовательно включенным резистором R_D) при разомкнутых контактах. Из-за большой частоты пульсаций фактическое сопротивление цепи возбуждения генератора эквивалентно среднеарифметическому (эффективному) значению пульсирующего сопротивления: $R_{\text{эф}} = R_B + \tau R_D$, где $\tau = t_p / (t_n + t_p)$ — относительное время разомкнутого состояния контактов.

На рис. 22, в показано соответствующее изменение пульсирующей силы тока возбуждения I_B , среднее значение которого равно $I_B = U_{\text{ср}} / R_{\text{эф}} = U_{\text{ср}} / (R_B + \tau R_D)$.

Следовательно, при увеличении частоты вращения ротора генератора сила тока возбуждения будет уменьшаться, так как при этом увеличивается время разомкнутого состояния контактов, а следовательно, и τ . При уменьшении частоты вращения ротора генератора сила тока возбуждения будет увеличиваться. Таким образом, при работе регулятора напряжения сила тока возбуждения изменяется обратно пропорционально частоте вращения ротора генератора, чем и достигается поддержание постоянства напряжения в заданных пределах (см. рис. 20). Величину сопротивления резистора R_D подбирают из расчета поддержания регулятором заданной величины напряжения при максимальной частоте вращения ротора генератора. При установке резистора R_D , сопротивление которого меньше расчетной величины, сила тока в цепи возбуждения при разомкнутых контактах регулятора будет больше, чем при нормальной величине сопротивления. Поэтому напряжение генератора будет большим, а следовательно, будет большей и сила тока в обмотке регулятора напряжения. В результате при относительно небольшой частоте вращения ротора может наступить такое положение, когда при разомкнутых контактах регулятора напряжение генератора будет высоким, контакты регулятора все время будут разомкнуты и при дальнейшем увеличении частот вращения ротора напряжение генератора будет возрастать (см. рис. 20, точки кривых I_B , U_r при n_{max} , соответствующие концу работы регулятора), что вызывает чрезмерное увеличение силы тока в обмотках и цепях потребителей.

При чрезмерном увеличении сопротивления резистора R_D , например при его перегорании, в момент размыкания контактов, полностью прерывается ток в цепи возбуждения генератора и в обмотке возбуждения будет индуцироваться э. д. с. самоиндукции большой величины.

Под действием э. д. с. самоиндукции увеличится искрение между контактами, что ускорит их износ и окисление.

Повышение частоты замыкания — размыкания контактов регулятора напряжения. Вследствие магнитной инерции сердечник, ярмо и якореk регулятора не могут быстро намагничиваться и размагничиваться, что снижает частоту замыкания — размыкания контактов, и поэтому возрастает разность между напряжением раз-

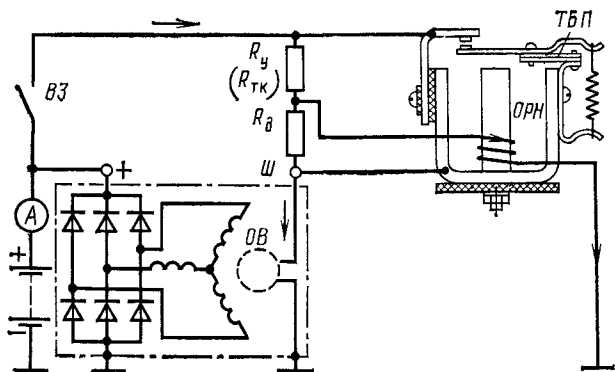


Рис. 23. Схема регулятора напряжения с ускоряющим резистором

мыкания и замыкания контактов регулятора. Для снижения разности напряжения искусственно ускоряют размагничивание сердечника в момент размыкания контактов путем резкого уменьшения силы тока в основной обмотке, что, в свою очередь, увеличивает частоту замыкания — размыкания контактов, а поэтому уменьшается величина пульсаций напряжения.

В большинстве контактных регуляторов напряжения повышение частоты замыкания — размыкания контактов обеспечивается включением основной обмотки по схеме ускоряющего резистора. R_y (рис. 23).

При замкнутых контактах регулятора напряжения через резистор R_y (он же и R_{TK}) проходит ток только обмотки регулятора, сила которого относительно мала и измеряется долями ампера. Падение напряжения U_y на зажимах этого резистора также будет очень малым: $U_y = I_{OPH} R_y$.

Так как цепь, состоящая из последовательно соединенных обмотки регулятора напряжения OPH и резистора R_y , составляет одну из параллельных ветвей внешней цепи генератора, то напряжение генератора будет равно сумме падений напряжения на зажимах каждого участка цепи $U_r = I_{OPH} (R_{OPH} + R_y)$; $U_r = U_{OPH} + U_y$, откуда $U_{OPH} = U_r - U_y$. Таким образом, напряжение на зажимах обмотки регулятора U_{OPH} определяют разностью между напряжением U_r генератора и падением напряжения U_y на резисторе R_y .

При размыкании контактов через резистор R_y пройдет ток не только основной обмотки регулятора, но и ток возбуждения генератора, что увеличит силу тока в резисторе R_y . В этом случае значительно увеличивается и падение напряжения U_y на зажимах указанного резистора, а следовательно, резко уменьшается напряжение U_{OPH} на зажимах обмотки регулятора. В результате резкого

снижения напряжения на зажимах обмотки ОРН после размыкания контактов сила тока в обмотке резко уменьшается, а поэтому уменьшается и величина магнитного потока сердечника, что обеспечивает более быстрое замыкание контактов.

Температурная компенсация регулятора напряжения. Напряжение генератора не должно изменяться при изменении температуры окружающей среды и нагрева обмотки и сердечника регулятора напряжения. Обмотку регулятора выполняют из меди, температурный коэффициент сопротивления которой равен 0,004 на 1°C . При работе генератора температура обмотки регулятора может повышаться до $+80^{\circ}\text{C}$, вследствие чего сопротивление ее увеличивается до 25%. Следовательно, сила тока в обмотке и намагничивание сердечника будут уменьшаться, а поэтому контакты останутся замкнутыми при напряжении генератора, на которое отрегулировано натяжение пружины якорька. В этом случае контакты будут размыкаться при напряжении генератора выше нормальной величины до 25%. Таким образом, напряжение 14-вольтового генератора может увеличиться на 3,4—3,8 В и 28-вольтового — на 6,8—7,6 В выше установленного при $+20^{\circ}\text{C}$, что вызывает перезаряд батареи, ускорит перегорание спиралей ламп, сильную эрозию контактов прерывателей приборов и другие нежелательные явления. Для поддержания постоянства регулируемого напряжения генератора при изменении температуры регулятора в цепь основной обмотки включают резистор R_{TK} (резистор температурной компенсации), а якорек подвешивают на термобиметаллической пластинке. Резистор R_{TK} (см. рис. 23), выполненный из нихрома, включают последовательно основной обмотке регулятора. При $+20^{\circ}\text{C}$ сопротивление резистора R_{TK} примерно равно сопротивлению медного провода обмотки. При повышении температуры сопротивление нихрома изменяется незначительно. С увеличением температуры медного и нихромового проводников до $+80^{\circ}\text{C}$ сопротивление цепи обмотки будет повышаться примерно на 12,5% в основном за счет нагрева медного проводника. Вместе с этим и напряжение генератора будет возрастать примерно на 12,5%. Таким образом, при помощи резистора R_{TK} можно лишь несколько ограничить увеличение напряжения генератора, но не предотвратить его рост при нагреве обмотки регулятора. Чтобы регулируемое напряжение оставалось более постоянным при изменении температуры обмотки регулятора, наряду с включением резистора R_{TK} применяют подвеску якорька на термобиметаллической пластине. Термобиметаллическая пластина (ТБП) состоит из двух сваренных между собой пластин инвара ЭН-36 [сплава железа (63%), никеля (36%) и других металлов], обладающего малым коэффициентом теплового расширения и хромоникелевой или молибденоникелевой стали, обладающей большим коэффициентом теплового расширения.

Активная часть пластин ТБП (сталь) обращена к якорьку, а пассивная часть (инвар) — в сторону сердечника.

При увеличении температуры повышается сопротивление обмотки регулятора, а поэтому сила тока в обмотке и вместе с тем магнитный поток сердечника уменьшаются. Нагрев биметаллической пластины ТБП вызывает ее деформацию, в результате чего она стремится изогнуться в сторону сердечника. Следовательно, на якорек будет действовать сила, оттягивающая его в сторону сердечника, а поэтому,

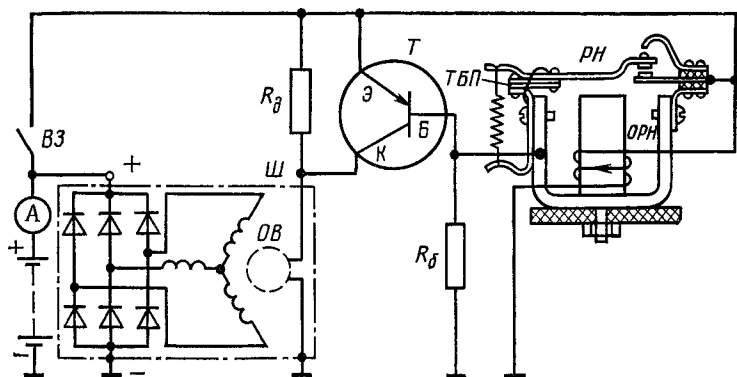


Рис. 24. Схема контактно-транзисторного регулятора напряжения

несмотря на уменьшение величины магнитного потока, создаваемого основной обмоткой, размыкание контактов будет происходить при постоянной величине регулируемого напряжения.

Уменьшение искрообразования между контактами регулятора. В момент размыкания контактов регулятора уменьшается ток возбуждения и поэтому в обмотке возбуждения генератора индуцируется э. д. с. самоиндукции величиной до 200 В. Под действием этой э. д. с. создается ток самоиндукции, который будет проходить по обмотке возбуждения в том же направлении через цепь резисторов R_d и R_z и частично в зазоре между контактами регулятора, что приводит к возникновению искры. Напряжение на контактах, а следовательно, и искрообразование между ними возрастают при увеличении силы тока в цепи возбуждения и величины сопротивления цепи резисторов. Искрение между контактами вызывает значительное окисление и эрозию их. Окисление и эрозия контактов повышают сопротивление в цепи возбуждения генератора, что снижает силу тока возбуждения, а следовательно, и магнитный поток возбуждения Φ , что, в свою очередь, вызывает при той же частоте вращения ротора n уменьшение напряжения генератора ($U_g = c_e \Phi n$). Для повышения надежности работы и срока службы контактов приходится ограничивать силу тока в цепи возбуждения генератора до 1,7—1,8 А.

С увеличением количества потребителей на автомобилях необходимо увеличивать мощность автомобильных генераторов. Для этого приходится увеличивать силу тока в цепи возбуждения выше 1,7—1,8 А, что приводит к более сильному искрообразованию между контактами регулятора напряжения, а следовательно, к повышенному износу контактов.

В регуляторах напряжения уменьшение искрообразования между контактами (и их износа) достигается следующими путями:

1. Уменьшением разрывной мощности на контактах $P_k = I_k^2 R_d$. Из уравнения видно, что снизить разрывную мощность можно: во-первых, за счет уменьшения максимальной силы тока воз-

буждения J_b ; во-вторых, за счет уменьшения сопротивления дополнительного резистора R_d . Однако, при этом сужается диапазон работы регулятора напряжения, расширения которого добиваются применением дополнительной пары контактов. Такой регулятор напряжения называется двухступенчатым, так как регулируемое напряжение поддерживается на двух уровнях (ступенях) в зависимости от того, какая пара контактов находится в работе.

2. Коммутацией (замыканием и размыканием) цепи обмотки возбуждения генератора транзистором. Этот путь используется в контактно-транзисторных регуляторах напряжения РР362 и др. Принципиальная схема контактно-транзисторного регулятора напряжения показана на рис. 24. Обмотки ОРН регулятора включены на полное напряжение генератора. Эмиттер транзистора имеет положительный потенциал. База транзистора через резистор R_b соединена с минусом источника тока, а поэтому имеет отрицательный потенциал. При замкнутых контактах регулятора РН база будет иметь положительный потенциал, равный потенциалу эмиттера. Обмотка возбуждения ОВ генератора подключена к источнику тока через переход эмиттер — коллектор транзистора. Работает регулятор следующим образом. Когда напряжение генератора меньше регулируемой величины, контакты регулятора напряжения РН разомкнуты, база транзистора имеет отрицательный потенциал и через переход эмиттер — база транзистора проходит ток управления. Транзистор открывается и через переход эмиттер — коллектор транзистора будет проходить ток в обмотку возбуждения ОВ генератора от аккумуляторной батареи или выпрямителя. При повышении напряжения генератора контакты регулятора напряжения замыкаются и через контакты РН и резистор базы R_b пойдет ток, благодаря чему потенциал базы становится равным потенциалу эмиттера и транзистор закрывается. При закрытом транзисторе ток в цепи обмотки возбуждения будет проходить через резистор R_d , что вызывает снижение силы тока в обмотке возбуждения, а следовательно, и снижение напряжения генератора. Контакты регулятора размыкаются и процесс повторяется. В этом регуляторе напряжения коммутация цепи обмотки возбуждения осуществляется транзистором, а через контакты проходит ток небольшой величины, что значительно снижает искробразование между контактами.

Таким образом, за счет применения транзистора можно увеличить силу тока в цепи возбуждения генератора и исключить искробразование между контактами, а следовательно, повысить долговечность и надежность регулятора напряжения.

§ 13. КОНТАКТНЫЕ РЕГУЛЯТОРЫ НАПЯЖЕНИЯ

Регулятор РР380. Регулятор напряжения РР380 — двухступенчатый, работает с генератором Г221 (рис. 25) на автомобилях ВАЗ. Регулятор состоит из П-образного ярма, сердечника, якорька, подвешенного на термобиметаллической пластине ТБП, и пружины 1, натяжение которой регулируется подгибанием нижнего кронштейна подвески.

На сердечнике регулятора намотана обмотка ОРН (провод ПЭВ, диаметр 0,32 мм, 870 витков, сопротивление 8,8 Ом). Регулятор имеет две пары контактов К1 и К2. В нерабочем состоянии пружина 1 якорька 2 обеспечивает замкнутое состояние контактов К1 первой ступени. Все четыре контакта регулятора серебряные. Держатели 3 и 4 неподвижных контактов изолированы от ярма и крепятся к нему гайкой 5 на болте 6. На стальном сердечнике дросселя Др намотана

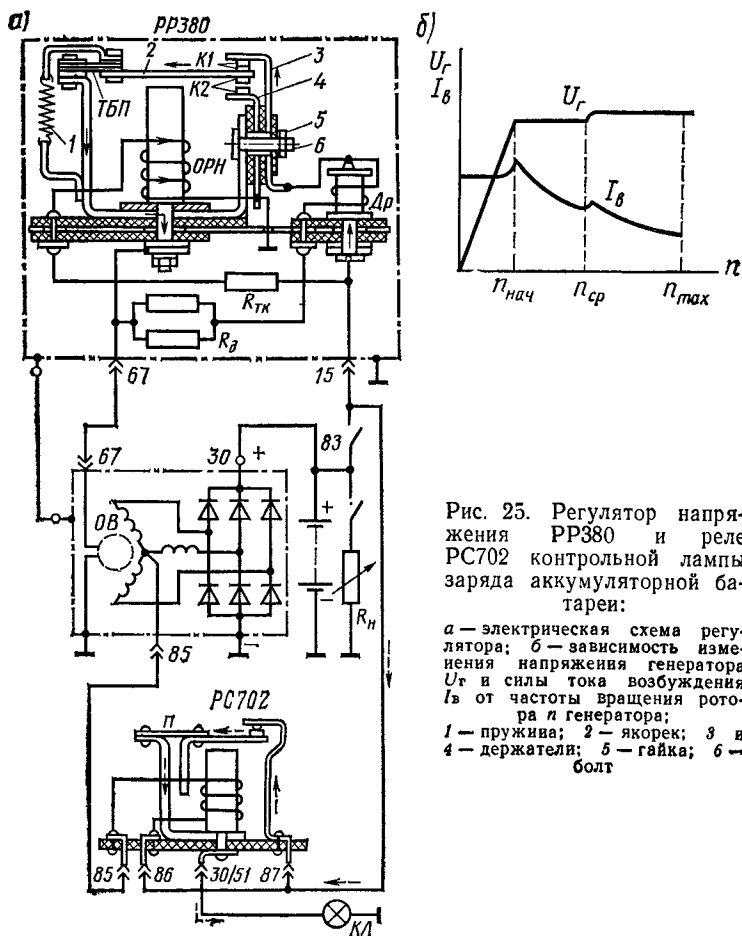


Рис. 25. Регулятор напряжения PP380 и реле PC702 контрольной лампы заряда аккумуляторной батареи:

а — электрическая схема регулятора; б — зависимость изменения напряжения генератора U_r и силы тока возбуждения I_b от частоты вращения ротора n генератора;
1 — пружина; 2 — якорек; 3 и 4 — держатели; 5 — гайка; 6 — болт

обмотка (34 витка, диаметр провода 0,55 мм, сопротивление 0,1 Ом).

Когда генератор не работает, то при включении зажигания обмотка возбуждения питается от аккумуляторной батареи. При работающем генераторе ток от него проходит по обмотке возбуждения и по обмотке регулятора. Путь тока в цепи возбуждения при замкнутых контактах К1: плюсовой зажим генератора — выключатель зажигания — зажим 15 регулятора — сердечник дросселя Др — контакты К1 первой ступени — якореk 2 — ярмо — зажимы 67 регулятора и генератора — обмотка возбуждения ОВ — корпус — минусовый зажим генератора. Путь тока в цепи обмотки регулятора: плюсовой зажим генератора — выключатель зажигания — зажим 15 регулятора — резистор $R_{тн}$ — обмотка регулятора ОРН — корпус — минусовый зажим генератора.

Как только напряжение генератора достигнет регулируемой величины (см. табл. 4), то вследствие увеличения силы тока в обмотке регулятора произойдет сильное намагничивание сердечника, который притянет к себе якореk и тем самым вызовет размыкание контактов К1. В это время в цепь обмотки возбуждения включается резистор R_d сопротивлением 5,5 Ом и обмотка дросселя Др, а поэтому уменьшается сила тока возбуждения и, следовательно, напряжение генератора. В результате уменьшения напряжения генератора снижаются сила тока в обмотке регулятора и намагничивание его сердечника. Усилив пружины якореk контакты К1 замыкаются вновь и напряжение генератора повышается до регулируемой величины. Зона работы контактов первой ступени занимает примерно половину диапазона частоты вращения ротора генератора при работе регулятора напряжения (см. рис. 25, б). При дальнейшем повышении частоты вращения ротора напряжение генератора будет расти до некоторого значения. Если напряжение генератора возрастает на 0,4—0,7 В выше заданной величины, то увеличится сила тока в обмотке регулятора, а следовательно, усилится намагничивание сердечника, и якореk, сильнее притягиваясь к сердечнику, вызовет замыкание контактов К2 второй степени. При этом изолированный конец обмотки возбуждения генератора через ярмо, якореk и контакты К2 замкнется на корпус, что вызовет снижение силы тока возбуждения до нуля, а следовательно, резкое уменьшение напряжения генератора. Сила тока в обмотке

регулятора уменьшится и усилием пружины якорька контакты К2 разомкнутся, после чего процесс будет периодически повторяться. Практически контакты К2 второй ступени работают только при большой частоте вращения ротора генератора, а контакты К1 в этот период будут все время разомкнутыми. Температурная компенсация регулятора напряжения обеспечивается подвеской якорька на термобиметаллической пластине ТБП и включением последовательно обмотке резистора $R_{\text{ТН}}$ сопротивлением 11 Ом. Дроссель Др служит для снижения искрообразования между контактами первой ступени. При размыкании контактов К1 ток, проходящий по обмотке дросселя, создает вокруг его сердечника нарастающий по величине магнитный поток, который, пересекая обмотку дросселя, наводит в ней э. д. с. самоиндукции, действующую навстречу э. д. с. самоиндукции обмотки возбуждения генератора. Благодаря этому уменьшается искрообразование между контактами К1. Кроме того, искрообразование между контактами первой ступени при включении резистора $R_{\text{д}} = 5,5$ Ом в цепь возбуждения будет незначительным, вследствие малой величины разрывной мощности $P_{\text{к}}$ на контактах ($P_{\text{к}} = J_{\text{в}}^2 R_{\text{д}}$).

На автомобилях применяются и другие типы контактных регуляторов. Для контроля заряда аккумуляторной батареи в схему генераторной установки включено реле РС702 и контрольная лампа.

Реле РС702 контрольной лампы заряда батареи. Обмотка реле подключена между «нулевым» зажимом 85 обмотки статора генератора и плюсовыми зажимами генератора и батареи. Обмотка выполнена проводом ПЭВ (диаметр 0,22 мм, 1500 витков, сопротивление 29 Ом). Контакты реле серебряные и в нерабочем состоянии замкнуты усилием пластинчатой пружины ТБП подвески якорька. При неработающем генераторе и включенном зажигании контрольная лампа КЛ через контакты реле будет питаться от батареи и ее свечение сигнализирует о разряде батареи (см. рис. 25, путь тока показан пунктирными стрелками). Ток из батареи в обмотку реле проходить не будет, так как этому будет препятствовать большое обратное сопротивление (нижних по схеме) кремниевых диодов выпрямителя генератора. При работе генератора обмотка реле будет питаться от генератора под напряжением одной фазы. При напряжении 7—7,5 В на зажимах каждой фазы генератора контакты реле разомкнутся и выключат цепь контрольной лампы. Если лампа будет

гореть при работающем генераторе, то это указывает на неисправность генератора, регулятора или реле. Путь тока на обмотку реле: плюс генератора — обмотка реле — обмотка статора — диоды (верхние по схеме).

§ 14. ТРАНЗИСТОРНЫЕ РЕГУЛЯТОРЫ НАПРЯЖЕНИЯ

Контактно-транзисторный реле-регулятор РР362 работает с генераторами типа Г250, Г286 и др. Реле-регулятор РР362 (рис. 26) состоит из регулятора напряжения РН и реле защиты РЗ, смонтированных на панели 14 из изоляционного

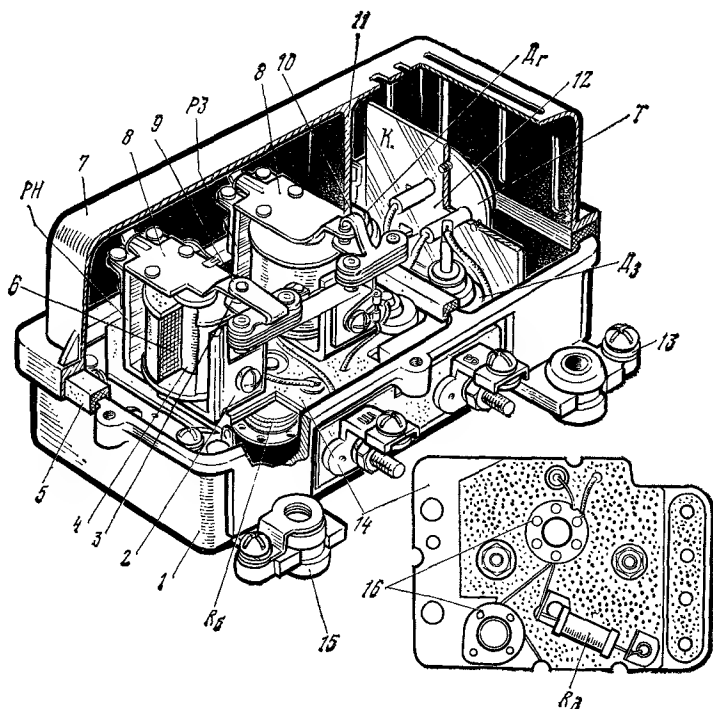
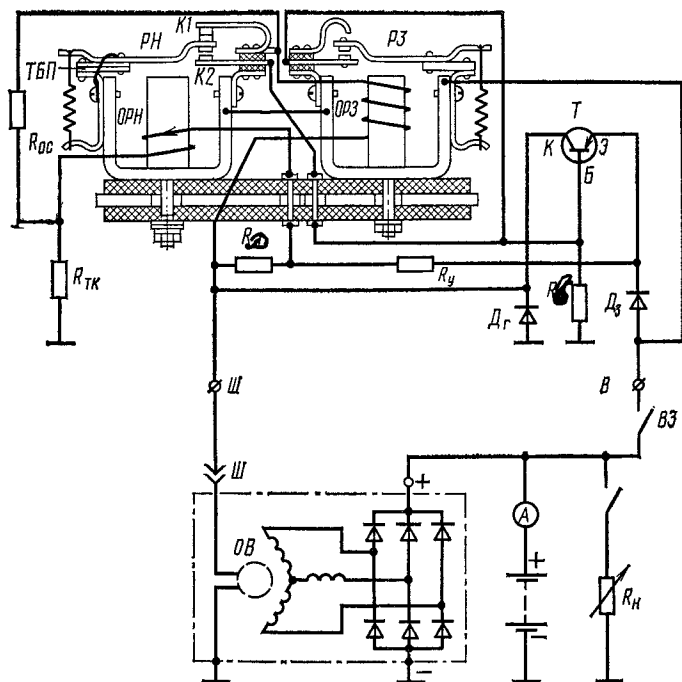


Рис. 26. Реле-регулятор РР362:

1 — корпус; 2 — держатель неподвижных контактов; 3 — контакты; 4 — сердечник регулятора напряжения; 5 — резиновый уплотнитель; 6 — обмотка регулятора напряжения; 7 — крышка; 8 — якорек; 9 — держатель верхнего контакта; 10 — ограничитель хода якорька; 11 — перегородка; 12 — теплоотводная пластина транзистора; 13 — зажим; 14 — панель; 15 — амортизатор; 16 — кар-
касы проволочных резисторов



материала. Панель 14 крепится винтами к корпусу 1 и сверху закрывается крышкой 7. Крышка имеет перегородку 11, которая разделяет внутреннюю полость реле-регулятора на два отсека. В одном отсеке расположены регулятор напряжения РН и реле защиты РЗ, а в другом — транзистор Т, закрепленный на теплоотводной пластине 12, и два диода — запирающий D_z и гасящий D_r . Наличие перегородки 11 и резинового уплотнителя 5 под крышкой 7 предотвращает попадание на контакты РН и РЗ воды, пыли и т. д.

В нижней части панели 14 закреплены проволочные резисторы $R_{\text{тк}}$, R_y и R_6 на каркасах 16 и резистор R_d . На корпусе 1 имеются зажимы В и Ш, которые предназначены для подсоединения реле-регулятора с выключателем зажигания и зажимом Ш генератора. Винтом 13 крепится провод, соединяющий корпус регулятора с корпусом генератора. Регулятор напряжения РН (рис. 27) состоит из сердечника, ярма, якорька, пружины подвески якорька, держателя неподвижных контактов, двух пар контактов К1 и К2, держателя верхнего неподвижного контакта, обмотки, транзистора Т, запирающего диода D_3 и резисторов $R_{\text{ос}}$, $R_{\text{тк}}$, R_d , R_y и R_6 . Пружина якорька удерживает нижнюю пару контактов К2 в разомкнутом, а верхнюю пару контактов К1 — в замкнутом состоянии. Обмотка регулятора напряжения включена на полное напряжение генератора по схеме ускоряющего резистора. Температурная компенсация регулятора напряжения осуществляется резистором $R_{\text{тк}}$ и подвеской якорька на термобиметаллической пластине (ТБП).

Реле защиты РЗ устроено аналогично регулятору напряжения, но имеет только одну пару контактов, которые пружиной удерживаются в разомкнутом состоянии. Обмотка реле защиты подключена к зажимам «+» и «—» генератора последовательно с обмоткой возбуждения генератора и верхней парой контактов К1 регулятора напряжения, поэтому напряжение на ее зажимах мало и контакты реле защиты находятся в разомкнутом состоянии. Подвеска якорька реле защиты не имеет термобиметаллической пластины.

Транзистор регулятора напряжения включен в цепь обмотки возбуждения генератора. Эмиттер транзистора через запирающий диод D_3 соединен с зажимом В реле-регулятора и имеет положительный потенциал. База транзистора через резистор базы R_6 соединена с корпусом регулятора и проводниками с неподвижными контактами РН и РЗ. При включенном выключателе зажигания ВЗ реле-регулятор подключается к аккумуляторной батарее и генератору. В цепи обмотки регулятора будет проходить ток.

Цепь тока обмотки регулятора напряжения: плюсовой вывод батареи — амперметр — выключатель зажигания ВЗ — зажим В — запирающий диод D_3 — резистор R_y — обмотка регулятора напряжения ОРН — резистор $R_{\text{тк}}$ — корпус — минусовой вывод батареи. Когда напряжение на обмотке меньше регулируемой величины, намагничиваю-

щая сила сердечника недостаточна, чтобы преодолеть усилие пружины и контакты К1 регулятора напряжения будут замкнуты, а контакты К2 — разомкнуты. Так как контакты К2 разомкнуты, база транзистора через резистор базы R_6 имеет отрицательный потенциал и через переход эмиттер — база транзистора проходит ток управления. Цепь тока управления транзистора: плюсовой вывод батареи или генератора — выключатель зажигания ВЗ — зажим В — запирающий диод D_3 — переход эмиттер—база — резистор базы R_6 — корпус — минусовый вывод батареи или генератора. Вследствие прохождения тока управления транзистор открывается и через него проходит ток в обмотку возбуждения генератора.

Цепь тока возбуждения генератора: плюсовой вывод батареи или генератора — выключатель зажигания ВЗ — зажим В — запирающий диод D_3 — эмиттер — коллектор транзистора — зажим Ш реле — регулятора — зажим Ш генератора — обмотка возбуждения ОВ генератора — корпус — минусовый вывод батареи или генератора. С увеличением напряжения генератора возрастает сила тока в обмотке регулятора напряжения, поэтому усиливается намагничивание сердечника, и когда напряжение генератора достигнет заданной величины, произойдет притяжение якорька к сердечнику, а следовательно, и замыкания контактов К2. База транзистора соединится с плюсом источников, что вызовет запираение транзистора. Через замкнутые контакты К2 регулятора напряжения РН, а затем по цепи через резистор базы R_6 от выпрямителя потечет ток, при этом потенциал базы будет выше потенциала эмиттера транзистора на величину падения напряжения на зажимах запирающего диода D_3 , обусловленного протеканием тока через этот диод. Под действием разности потенциалов в течение тысячных долей секунды от базы к эмиттеру транзистора будет проходить обратный (запирающий) ток, обеспечивающий активное и полное запираение транзистора. В этот период времени в цепь обмотки возбуждения генератора включаются резисторы R_y и R_d , поэтому сила тока возбуждения уменьшится и напряжение генератора понизится.

Цепь тока возбуждения генератора при закрытом транзисторе: плюсовой зажим выпрямителя — выключатель зажигания — зажим В — запирающий диод D_3 — резистор R_y — резистор R_d — зажим Ш реле-регулятора — зажим Ш генератора — обмотка возбуждения ОВ генератора —

корпус генератора — минусовый зажим выпрямителя. При понижении напряжения генератора уменьшится сила тока в обмотке регулятора напряжения, намагничивание сердечника ослабнет и под действием пружины якорька произойдет размыкание контактов К2. В этот момент откроется транзистор, что вызовет увеличение силы тока в обмотке возбуждения, и напряжение генератора снова увеличится. Контакты К2 регулятора напряжения снова замкнутся.

Таким образом, при работе регулятора напряжения контакты К2 замыкаются и размыкаются, а контакты К1 находятся в разомкнутом состоянии. Резистор обратной связи R_{oc} включен через контакты К1 параллельно цепи, состоящей из диода D_3 , резистора R_y и обмотки регулятора напряжения ОРН, и служит для обеспечения быстрого и четкого перехода якорька регулятора напряжения РН из состояния «притянут» в состояние «отпущен», что исключаетдребезжание контактов в переходном режиме работы регулятора.

При прохождении тока по цепочке через замкнутые контакты К1 и резистор обратной связи R_{oc} сила тока в обмотке регулятора напряжения ОРН уменьшается, поэтому притяжение якорька к сердечнику происходит при повышенном напряжении генератора. В момент размыкания контактов К1 цепь через резистор обратной связи R_{oc} прерывается, что будет причиной резкого увеличения силы тока в обмотке регулятора напряжения ОРН, за счет чего происходит надежное притяжение якорька к сердечнику. При уменьшении напряжения генератора в момент замыкания контактов К1 вновь происходит включение резистора R_{oc} параллельно цепочке, состоящей из диода D_3 , резистора R_y и обмотки ОРН, что приводит к резкому снижению силы тока в обмотке ОРН, а следовательно, к быстрому отпусканию якорька от сердечника.

Защита транзистора от перенапряжения. Опасное для транзистора перенапряжение (выше 60 В) возникает в результате индуктирования э. д. с. самоиндукции в обмотке возбуждения генератора в момент закрытия транзистора. Направление э. д. с. самоиндукции совпадает с направлением тока в обмотке возбуждения. Для предотвращения пробоя транзистора э. д. с. самоиндукции в цепь возбуждения генератора включен гасящий диод D_4 , который вместе с обмоткой возбуждения образует контур гашения э. д. с. самоиндукции. Цепь тока самоиндукции: обмотка возбужде-

ния генератора — корпус — диод D_r — зажим Ш реле-регулятора — зажим Ш генератора — обмотка возбуждения.

Защита транзистора от повышенной силы тока. Превышение тока коллектора возможно при замыкании зажимов цепи возбуждения генератора на корпус. Для защиты транзистора от большой силы тока реле-регулятор имеет реле защиты, которое работает следующим образом. При отсутствии замыкания зажимов Ш на корпус и замкнутых контактах К1 регулятора напряжения, т. е. когда напряжение генератора ниже напряжения батареи, ток от аккумуляторной батареи поступает через контакты К1 в обмотку реле защиты ОРЗ, а затем проходит по обмотке возбуждения генератора. При этом сила тока в обмотке реле защиты будет ограничиваться сопротивлением обмотки возбуждения генератора, и контакты реле защиты находятся в разомкнутом состоянии. В случае замыкания зажимов цепи возбуждения на корпус напряжение генератора снижается до нуля, а обмотка РН будет питаться от аккумуляторной батареи. Контакты К1 регулятора будут все время замкнутыми, а поэтому по обмотке РЗ будет проходить ток от аккумуляторной батареи. Путь тока: зажим В регулятора — ярмо РЗ — соединительный проводник — ярмо РН — якореk — контакты К1 — обмотка РЗ — зажим Ш (соединенный с корпусом) — минус батареи.

Сила тока в обмотке реле защиты и магнитный поток сердечника резко возрастают, якореk притягивается и контакты реле защиты замкнутся. В этот момент база транзистора через замкнутые контакты реле, якореk, ярмо реле защиты и соединительные провода соединяется с плюсовым выводом аккумуляторной батареи и потенциал базы становится выше потенциала эмиттера, что вызывает быстрое запираение транзистора и, следовательно, прерывание тока короткого замыкания в цепи транзистора. Транзистор будет заперт до тех пор, пока не будет устранено замыкание зажима Ш генератора или реле-регулятора на корпус. В дальнейшем регулятор напряжения может работать только после устранения короткого замыкания и последующего включения выключателя зажигания. Таким образом, при замыкании зажимов Ш на корпус реле защиты обеспечивает быстрое закрытие транзистора, исключая тем самым прохождение через транзистор большой силы тока. Для исключения перегрева транзистора он установлен на теплоотводной пластине

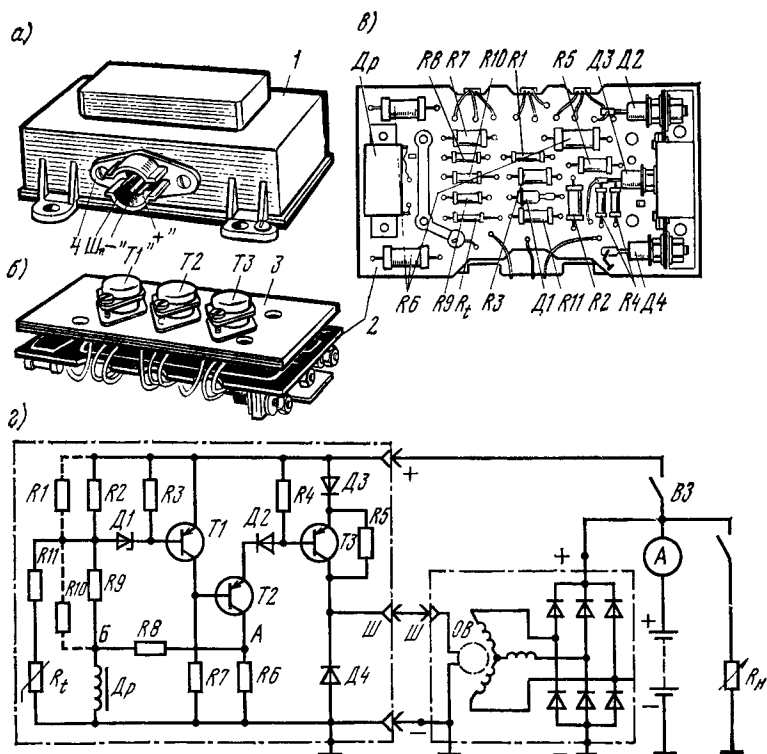


Рис. 28. Транзисторный регулятор напряжения PP350:

a — общий вид; *б* — вид панели регулятора без корпуса; *в* — вид панели регулятора снизу; *г* — электрическая схема регулятора;

1 — корпус; 2 — панель; 3 — пластина; 4 — штекерный разъем; Д1 — стабилизатор Д814А; Д2 — КД202Г; Д3 — КД202В — запирающие диоды; Д4 (КД202В) — диод гасящего контура; R1, R10 — резисторы подстроечные; R2 — резистор 220 Ом; R3 — резистор МЛТ 300 Ом; R4 — резистор 17 Ом; R5 — резистор 220 Ом; R6 — резистор 27 Ом; R7 — резистор 470 Ом; R8 — резистор 3,0 кОм; R9 — резистор 100 Ом; R11 — резистор МЛТ 390 Ом; R_t — терморезистор 1кОм; Др — дроссель; R=43 Ом; Т1 — транзистор П302; Т2 — транзистор П214В; Т3 — транзистор П217; ОВ — обмотка возбуждения генератора; ВЗ — выключатель зажигания; R_н — сопротивление потребителей

и вместе с диодами D_1 и D_2 обдувается потоком воздуха через щели в крышке реле-регулятора.

Регулятор напряжения PP350. Регулятор напряжения PP350 (рис. 28) работает с генератором типа Г250. Внутри корпуса 1 размещены монтажная панель 2 из фольгированного гетинакса и пластина 3 из алюминиевого сплава (теп-

лоотвод) для крепления транзисторов $T1$, $T2$ и $T3$. Регулятор соединяется с генератором при помощи закрытого штекерного разъема 4, исключающего возможность замыкания проводов на корпус. Штекерный разъем имеет фиксирующее устройство, препятствующее самопроизвольному разъединению его во время эксплуатации. Регулятор напряжения состоит из транзисторов $T1$, $T2$ и $T3$; стабилитрона $D1$; запирающих диодов $D2$ и $D3$; гасящего диода $D4$; делителя напряжения, состоящего из резисторов $R1$, $R2$, $R9$, $R10$, $R11$, R_i и сопротивления дросселя Dp ; резистора обратной связи $R8$ и резисторов $R3$, $R4$, $R5$, $R6$ и $R7$.

Выключатель зажигания $B3$ подключает регулятор напряжения к аккумуляторной батарее и генератору. Когда генератор не работает или когда напряжение генератора ниже заданной величины на зажимах плеча делителя (состоящего из резисторов $R1$ и $R2$) создается падение напряжения, которое будет меньше напряжения стабилизации стабилитрона $D1$ и он не пропускает тока. Следовательно, на резисторе $R3$ не будет падения напряжения и потенциалы эмиттера и базы транзистора $T1$ равны. Транзистор $T1$ будет закрыт. Благодаря этому база транзистора $T2$ через резистор $R7$ находится под отрицательным потенциалом по отношению к эмиттеру, подключенному через диод $D2$ и резистор $R4$ к плюсу источников тока. В цепи эмиттер — база транзистора $T2$ проходит ток управления: плюсовой вывод источников тока — резистор $R4$ — диод $D2$ — переход эмиттер — база транзистора $T2$ — резистор $R7$ — минусовой вывод источников тока. При этом транзистор $T2$ открывается и через резистор $R4$ диод $D2$, переход эмиттер — коллектор транзистора $T2$ и резистор $R6$ будет проходить ток, который создает значительное падение напряжения на резисторе $R4$. За счет падения напряжения на резисторе $R4$ потенциал базы транзистора $T3$ становится значительно меньше потенциала его эмиттера. В цепи эмиттер — база транзистора $T3$ будет проходить ток управления: плюсовой вывод источников тока — диод $D3$ — эмиттер — база транзистора $T3$ — диод $D2$ — эмиттер — коллектор открытого транзистора $T2$ — резистор $R6$ — минусовой вывод источников. Транзистор $T3$ откроется и через него будет проходить ток в обмотку возбуждения генератора. Цепь тока возбуждения генератора: плюсовой вывод — диод — $D3$ — переход эмиттер — коллектор транзистора $T3$ — зажимы Ш — обмотка возбуждения — минусовой вывод.

Как только напряжение генератора достигнет регулируемой величины (см. табл. 4), увеличатся сила тока в цепи делителя напряжения и напряжение на зажимах плеча делителя с резисторами $R1$ и $R2$, а следовательно, и на зажимах стабилитрона повысится до 7—8 В (напряжение стабилизации) и стабилитрон $Д1$ «пробивается», сопротивление его резко уменьшается и через него будет проходить ток стабилизации. Цепь тока: плюсовой вывод источников — резистор $R3$ — стабилитрон $Д1$, а затем через резисторы $R9$, $R10$ и $R11$ и последовательно включенные им резистор R_t и обмотку дросселя $Др$ на минусовый вывод источников. При прохождении тока стабилизации через стабилитрон не происходит его теплового разрушения, так как мощность, рассеиваемая в режиме «пробоя», незначительна. На резисторе $R3$ создается падение напряжения, а поэтому потенциал базы транзистора $T1$ становится меньше потенциала эмиттера и через переход эмиттер — база транзистора $T1$ будет проходить ток управления: плюсовой зажим генератора — выключатель $B3$ — плюсовой зажим регулятора — эмиттер — база транзистора $T1$ — стабилитрон $Д1$ — параллельные ветви $R11$, R_t и $R10$, $R9 + Др$ — минусовый зажим генератора.

Транзистор $T1$ открывается и через него, а затем через резистор $R7$ будет проходить ток, и потенциал базы транзистора $T2$ будет выше потенциала эмиттера на величину падения напряжения на резисторе $R4$ и диоде $Д2$. Транзистор $T2$ закроется. При закрытом транзисторе $T2$ не будет проходить ток через резистор $R4$, на резисторе $R4$ не будет создаваться падение напряжения и потенциал базы транзистора $T3$ становится больше потенциала эмиттера на величину падения напряжения на запирающем диоде $Д3$. Транзистор $T3$ закроется и ток в обмотку возбуждения генератора будет проходить через дополнительный резистор $R5$, поэтому сила тока возбуждения, а вместе с этим и напряжение генератора уменьшатся. При понижении напряжения генератора снижается сила тока в цепи делителя напряжения, а следовательно уменьшается и напряжение на зажимах стабилитрона. Когда напряжение на стабилитроне станет меньше напряжения стабилизации, сопротивление стабилитрона резко возрастает, что восстанавливает запирающее действие его, и стабилитрон закрывается, прерывая ток базы транзистора $T1$ и ток через резистор $R3$, поэтому потенциалы базы и эмиттера транзистора $T1$ будут одинаковыми и

транзистор закрывается. После закрытия транзистора $T1$ открываются транзисторы $T2$ и $T3$, что вызовет увеличение тока возбуждения и напряжение генератора снова возрастет. Как только напряжение генератора повысится до регулируемой величины, опять произойдет «пробой» стабилитрона, а вслед за этим открытие транзистора $T1$ и последующее закрытие транзисторов $T2$ и $T3$. Этот процесс закрытия и открытия транзисторов периодически повторяется с частотой до 300 периодов в секунду, а поэтому перепад напряжения генератора не будет превышать 0,1—0,2 В.

С увеличением частоты вращения ротора генератора замедляется спад напряжения генератора при закрытом транзисторе $T3$, что вызывает увеличение времени открытого состояния транзистора $T1$ и закрытого состояния транзистора $T3$, в результате чего в цепь обмотки возбуждения генератора на больший промежуток времени включается дополнительный резистор $R5$, снижающий силу тока возбуждения генератора. Вследствие этого уменьшается магнитный поток возбуждения и напряжение генератора поддерживается в пределах заданной величины (см. табл. 4).

Следует помнить, что при работе всех транзисторных регуляторов напряжения, с увеличением частоты вращения ротора генератора увеличивается время закрытого состояния, а следовательно, уменьшается время открытого состояния выходного (силового) транзистора, включенного последовательно в цепь обмотки возбуждения генератора. Вследствие увеличения времени закрытого состояния транзистора будет уменьшаться сила тока возбуждения. Остальные элементы схемы регулятора напряжения выполняют различные функции.

Дроссель Dr , включенный в нижнее (по рисунку) плечо делителя напряжения, служит для уменьшения влияния пульсаций выпрямленного напряжения, подающегося на стабилитрон, что предотвращает нарушение работы регулятора напряжения. Дроссель представляет собой обмотку из медного провода (диаметр 0,21 мм, 2500 витков, сопротивление 43 Ом), намотанную на стальной сердечник. Пульсация напряжения во внешней цепи генератора возникает при изменении частоты вращения ротора. При наличии пульсации напряжения может возникнуть ненужное («ложное») срабатывание стабилитрона $Д1$ и последующее открытие транзистора $T1$ и закрытие транзисторов $T2$ и $T3$, а поэтому снизятся напряжение и мощность генератора.

Дроссель, обладая индуктивностью, сглаживает пульсацию напряжения на верхнем плече делителя в цепи резисторов $R1$ и $R2$, т. е. на зажимах стабилитрона, что стабилизирует его работу, и поэтому напряжение генератора, подводимое к стабилитрону, не будет резко пульсировать. При увеличении напряжения генератора увеличивается сила тока в обмотке дросселя и в ней индуцируется э. д. в. самоиндукции, действующая навстречу э. д. с. генератора.

Терморезистор R_t , включенный в делитель напряжения, компенсирует изменение сопротивления делителя при нагреве обмотки дросселя и резисторов. Терморезистор R_t является полупроводником, выполненным из смеси окислов меди, марганца и других элементов, обладающим отрицательным температурным коэффициентом. С увеличением температуры терморезистора от 0 до 100°С его сопротивление уменьшается в 30—70 раз. Терморезистор R_t и резистор $R11$, включенные параллельно дросселю Dr и резисторам $R9$ и $R10$ нижнего плеча делителя напряжения, выбраны таким образом, что результирующее активное сопротивление этого плеча делителя при повышении температуры не только не увеличивается, но несколько снижается. Благодаря этому уровень регулируемого напряжения при повышенной температуре уменьшается (примерно на 0,2—0,4 В), что благоприятно влияет на режим заряда аккумуляторной батареи.

Резисторы $R1$ и $R10$ являются подстроечными и служат для подрегулировки напряжения, поддерживаемого на зажимах генератора. Для увеличения уровня регулируемого напряжения необходимо уменьшить сопротивление верхнего плеча делителя напряжения или увеличить сопротивление нижнего плеча, а для уменьшения регулируемого напряжения необходимо увеличить сопротивление верхнего плеча или уменьшить сопротивление нижнего плеча. Резистор $R7$ является коллекторной нагрузкой транзистора $T1$ и сопротивлением базы транзистора $T2$, а резистор $R6$ — коллекторной нагрузкой транзистора $T2$ и сопротивлением базы транзистора $T3$. Резистор обратной связи $R8$ сокращает время пробоя, а следовательно, и время восстановления сопротивления стабилитрона, что ускоряет процесс перехода транзисторов регулятора напряжения из открытого состояния в закрытое и наоборот, что снижает мощность потерь в них и их нагрев. В период пробоя стабилитрона $D1$ транзисторы $T2$ и $T3$ закрываются, при этом потенциал зажима

А резистора $R8$ будет меньше потенциала зажима B , и тогда ток от резистора $R9$ будет проходить не только в обмотку дросселя, но и через резистор $R8$, что повышает падение напряжения на зажимах резисторов $R1$ и $R2$, включенных параллельно стабилитрону. Следовательно, напряжение на стабилитроне возрастает, а вместе с этим ускоряется его «пробой» и последующее открытие транзистора $T1$. Вслед за этим ускоряется, закрытие транзисторов $T2$ и $T3$.

В период восстановления стабилитрона (период его запираания) транзисторы $T2$ и $T3$ открываются, при этом потенциал зажима A резистора $R8$ будет больше потенциала зажима B . Ток через резистор $R8$ будет проходить от зажима A к B через дроссель $Др$, что приводит к повышению падения напряжения на дросселе и к снижению падения напряжения на резисторах $R1$ и $R2$, а значит к снижению напряжения на стабилитроне $Д1$. Стабилитрон, а следовательно и транзистор $T1$ быстрее запираются, а транзисторы $T2$ и $T3$ быстрее открываются.

Запирающие диоды $Д2$ и $Д3$ служат для надежного закрытия транзисторов $T2$ и $T3$. Сопротивление резистора $R4$ подобрано таким образом, что падение напряжения на нем больше, чем на открытом транзисторе $T1$, и меньше, чем падение напряжения на диоде $Д3$, что необходимо для повышения потенциалов баз транзисторов $T2$ и $T3$ по отношению своих эмиттеров, так как в этом случае обеспечивается надежное их закрытие. Гасящий диод $Д4$ служит для устранения перенапряжения на зажимах транзистора $T3$ под действием э. д. с. самоиндукции обмотки возбуждения генератора, которая наводится в ней при закрытии транзистора $T3$. Э. д. с. самоиндукции создает ток самоиндукции, замыкающийся через гасящий диод $Д4$.

Регулятор напряжения РР356. Регулятор напряжения РР356 предназначен для работы с генератором типа Г272, номинальное напряжение которого 28 В. Регулятор напряжения (рис. 29) состоит из транзисторов $T1$ и $T2$, стабилитронов $Д1$, $Д2$; диодов $Д3$, $Д4$; гасящего диода $Д5$; делителя напряжения, состоящего из резисторов $R1$, $R6$, $R7$ и активного сопротивления дросселя $Др$, резистора обратной связи $R2$ и резисторов $R3$, $R4$ и $R5$. Корпус, монтажная панель и теплоотвод для крепления транзисторов устроены так же, как и в РР350.

Особенностью регулятора напряжения РР356 является то, что в нем применены кремниевые транзисторы, которые

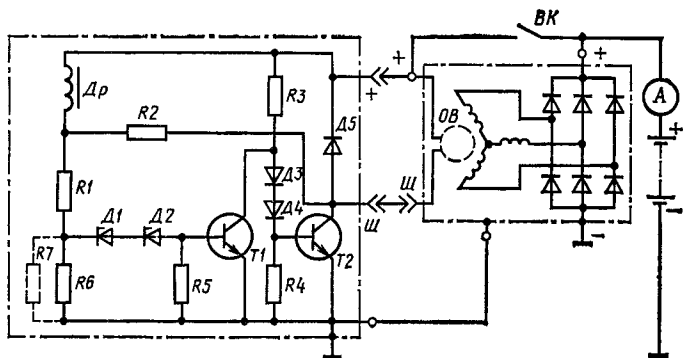


Рис. 29. Схема транзисторного регулятора напряжения PP356:

Д1, Д2 — стабилитроны Д818Б; Д3, Д4 — диоды Д226Б; Д5 — диоды гасящего контура КД202Г; Т1 — транзистор КТ801Б; Т2 — транзистор КТ805А; Др — дроссель, $R=3,5$ Ом; R1 — резистор 220 Ом; R2 — резистор 390 Ом; R3 — резистор 214 Ом; R4 — резистор 120 Ом; R5 — резистор 120 Ом; R6 — резистор 560 Ом; R7 — резистор 2 кОм

имеют более высокую стойкость к перегреву, и стабилитроны, имеющие отрицательный температурный коэффициент напряжения стабилизации. По сравнению с регулятором напряжения PP350 изменена схема включения регулятора в цепь обмотки возбуждения генератора. Регулятор включен в цепь обмотки возбуждения так, что в случае замыкания в цепи возбуждения генератора не произойдет пробоя транзистора Т2.

Регулятор напряжения PP356 работает следующим образом. Когда напряжение генератора ниже заданной величины (см. табл. 4), стабилитроны Д1 и Д2 не пропускают тока, так как напряжение на них меньше напряжения стабилизации. При этом транзистор Т1 закрыт, так как потенциалы базы и эмиттера равны. По цепи, которую составляют резистор R3, диоды Д3 и Д4 и резистор R4, от источников тока идет ток; при этом база транзистора Т2 оказывается под положительным потенциалом, транзистор открывается, соединяя цепь обмотки возбуждения генератора с минусом источников тока. Цепь тока обмотки возбуждения: плюс источников тока — выключатель ВК — зажим обмотки возбуждения генератора — обмотка возбуждения — переход коллектор — эмиттер транзистора Т2 — минус источников тока. Когда напряжение генератора достигает задан-

ного значения, происходит «пробой» (резкое снижение сопротивления) стабилитронов $D1$ и $D2$, и через резистор $R5$ и переход база — эмиттер транзистора $T1$ начинает проходить ток; транзистор $T1$ открывается. Так как транзистор $T1$ включен параллельно цепочке, состоящей из двух диодов $D3$ и $D4$ и резистора $R4$, то при очень малом сопротивлении перехода коллектор — эмиттер открытого транзистора $T1$ сила тока в цепи диодов $D3$ и $D4$ и резистора $R4$ резко падает, а поэтому потенциалы базы и эмиттера транзистора $T2$ оказываются равными, и транзистор $T2$ закрывается. При закрытом транзисторе $T2$ цепь обмотки возбуждения через транзистор $T2$ прерывается, что приводит к резкому уменьшению магнитного потока генератора, а следовательно снижению напряжения генератора. Напряжение генератора будет уменьшаться до тех пор, пока напряжение на зажимах стабилитронов $D1$ и $D2$ будет ниже напряжения стабилизации. При этом сопротивление стабилитронов резко возрастает, транзистор $T1$ закроется, а транзистор $T2$ откроется, и далее описанные процессы будут периодически повторяться.

Термокомпенсация регулятора напряжения РР356 осуществляется стабилитронами $D1$ и $D2$, обладающими отрицательным коэффициентом напряжения стабилизации; напряжение стабилизации этих стабилитронов при нагреве несколько снижается, при этом напряжение генератора не только не повышается при увеличении активного сопротивления дросселя Dp , а даже несколько снижается, что достигается соответствующим выбором параметров дросселя и стабилитронов. Небольшое снижение напряжения генератора необходимо для ограничения силы зарядного тока аккумуляторной батареи при повышении температуры электролита.

Функции дросселя Dp , включенного в верхнее плечо делителя напряжения, и резистора обратной связи $R2$ подробно изложены при рассмотрении регулятора напряжения РР350.

Запирающие диоды $D3$ и $D4$ обеспечивают надежное закрытие транзистора $T2$. Диод $D5$, включенный параллельно обмотке возбуждения генератора, является гасящим, подобно аналогичным диодам в РР362 и РР350. Резистор $R3$ является коллекторной нагрузкой для транзистора $T1$ и сопротивлением базы транзистора $T2$. Резисторы $R4$ и $R5$, включенные параллельно переходам база —

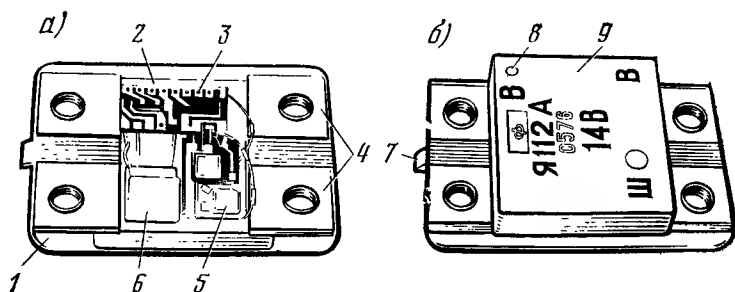


Рис. 30. Интегральный регулятор напряжения Я112-А:

а — основные элементы регулятора; б — общий вид регулятора;
 1 — основание; 2 — регулирующее устройство; 3 — блок резисторов; 4 — вы-
 воды; 5 — блок полупроводников; 6 — конденсатор; 7 — технологический
 ключ; 8 — отверстие; 9 — крышка

эмиттер транзисторов $T1$ и $T2$, поддерживают базовую силу тока транзисторов такой величины, при которой обеспечивается их быстрое открытие и закрытие. Резистор $R7$ является подстроечным и служит для подрегулировки напряжения, поддерживаемого на зажимах генератора. Для уменьшения регулируемого напряжения необходимо уменьшить сопротивление нижнего плеча (по рисунку) делителя, а для увеличения уровня регулируемого напряжения необходимо увеличить сопротивление нижнего плеча делителя напряжения.

Интегральный регулятор напряжения Я112А. Регулятор Я112А предназначен для работы с 14-вольтными генераторами. Интегральные регуляторы благодаря своим малым габаритным размерам и массе (50 г) встраиваются в щеткодержатель генератора.

Регулятор (см. рис. 30) состоит из металлического основания 1, на которое наклеено интегральное регулирующее устройство 2 и жесткие выводы 4 из фольгированного гетинакса. Интегральное регулирующее устройство состоит из отдельных блоков: блока 3 пленочных резисторов, блока 5 полупроводниковых приборов (транзисторов, диодов, стабилитрона) и отдельных элементов, например конденсаторов 6. Блоки представляют собой керамические пластинки, обладающие высокой теплопроводностью, на которые напаяны или наклеены бескорпусные транзисторы, диоды, стабилитроны и нанесены резисторы в виде толстых пленок. Каждый бескорпусный транзистор, диод и стабилитрон состоит из

тонкой пластинки кремния, в которую вплавляют капельки примесей, что и создает $p - n$ или $n - p$ -переходы. Резисторы в виде толстой пленки из резистивной пасты ПР-500 и соединяющие проводники из проводниковой пасты ПП-1 наносятся на керамические пластинки методом трафаретной печати. После нанесения элементов они подвергаются термической обработке. Выводы блоков резисторов, транзисторов и отдельных элементов соединяются бесфлюсовой пайкой. Регулирующее устройство закрывается крышкой 9, которая приклеена к основанию, и заливается специальной герметизирующей пастой через отверстие 8. Технологический ключ 7 (выступ) обеспечивает правильную установку регулятора в щеткодержателе. Интегральные регуляторы не разбираются и не ремонтируются.

Схемы (рис. 31) и работа интегральных регуляторов аналогичны схеме и работе регулятора напряжения РР356 (см. рис. 29). Особенностью интегральных регуляторов напряжения является применение в них составных транзисторов для повышения коэффициента усиления по току. В схеме регулятора (см. рис. 31) составной транзистор состоит из транзисторов $T2$ и $T3$. Эмиттером составного транзистора является эмиттер транзистора $T3$, а базой — база транзистора $T2$; коллекторы обоих транзисторов соединены между собой.

Работу составного транзистора можно рассматривать как работу одного транзистора с большим коэффициентом усиления по току.

Регулятор напряжения Я112А (см. рис. 31, а) работает следующим образом. Когда напряжение генератора ниже заданной величины, стабилитрон $D1$ не пропускает тока, так как напряжение на нем меньше напряжения стабилизации. При этом транзистор $T1$ закрыт, так как потенциалы базы и эмиттера равны. По цепи, которую составляют резистор $R5$, диод $D2$ и резистор $R6$, от источников идет ток; при этом база составного транзистора $T2 - T3$ оказывается под положительным потенциалом и в цепи база — эмиттер транзистора $T2$, а затем база — эмиттер транзистора $T3$ будет проходить ток управления и составной транзистор открывается, соединяя цепь обмотки возбуждения генератора с минусом источников тока. Цепь тока обмотки возбуждения: плюсовой вывод источников тока — выключатель $B3$ — зажим B регулятора — обмотка возбуждения OB генератора — зажим $Ш$ регулятора — переход коллектор — эмит-

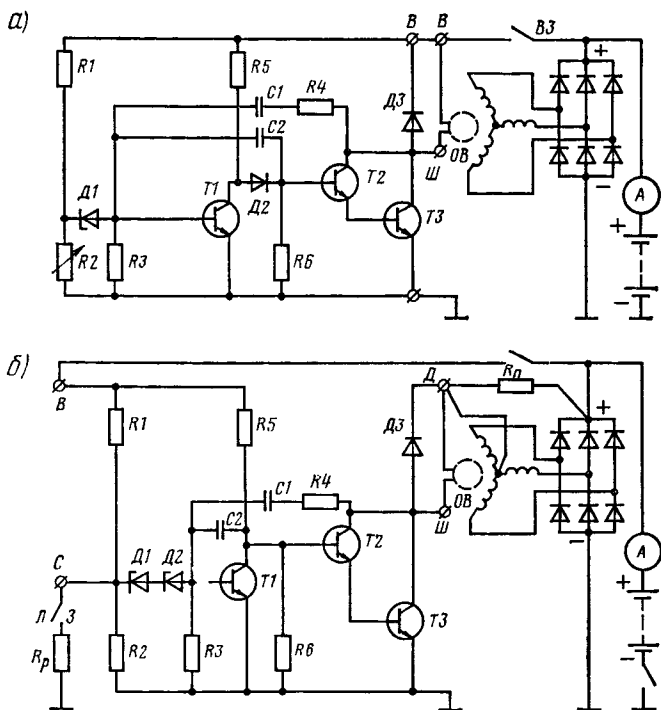


Рис. 31. Схемы интегральных регуляторов напряжения:
а — Я112-А; б — Я120

тер составного транзистора $T2 - T3$ — минусовый вывод источников. Когда напряжение генератора достигает заданного значения (13—15,5 В), происходит «пробой» (резкое снижение сопротивления) стабилитрона $D1$, и через резистор $R1$, стабилитрон $D1$ и переход база — эмиттер транзистора $T1$ начинает проходить ток управления; транзистор $T1$ открывается. Так как транзистор $T1$ включен параллельно цепочке, состоящей из диода $D2$ и резистора $R6$, то при очень малом сопротивлении перехода коллектор — эмиттер открытого транзистора $T1$ сила тока в цепи диода $D2$ и резистора $R6$ резко падает, а поэтому отрицательные потенциалы базы и эмиттеры составного транзистора $T2 - T3$ оказываются равными, и составной транзистор $T2 - T3$ закрывается. При этом цепь обмотки возбуждения прерыва-

вается, что приводит к снижению напряжения генератора. Напряжение на стабилитроне также уменьшается и становится меньше напряжения стабилизации. Сопротивление стабилитрона возрастает, ток через него проходить не будет и транзистор $T1$ закрывается, а составной транзистор $T2 — T3$ открывается. Цепочка обратной связи, состоящая из конденсатора $C1$ и резистора $R4$, ускоряет открывание и закрывание транзисторов. Когда составной транзистор $T2 — T3$ закрывается, положительный потенциал его коллектора повышается и по цепочке обратной связи $R4 — C1$ и переходу база — эмиттер транзистора $T1$, а также через резистор $R3$ действует импульс тока, способствующий более быстрому открыванию транзистора $T1$, что ускоряет закрывание транзистора $T2 — T3$. Конденсатор $C1$ при этом заряжается. Когда составной транзистор $T2 — T3$ открывается, конденсатор $C1$ разряжается по цепи: конденсатор $C1 —$ резистор $R4 —$ коллектор — эмиттер составного транзистора $T2 — T3 —$ корпус — резистор $R3$, а также эмиттер — база транзистора $T1 —$ конденсатор $C1$, что способствует более быстрому закрыванию транзистора $T1$, а следовательно, открыванию составного транзистора $T2 — T3$. При запираании составного транзистора прерывается ток в цепи обмотки возбуждения генератора и в обмотке индуцируется э. д. с. самоиндукции. Под действием этой э. д. с. создается ток самоиндукции, который проходит через гасящий диод $D3$, тем самым предотвращается пробой транзисторов $T2$ и $T3$. Конденсатор $C2$ выполняет роль фильтра. Назначение остальных элементов схемы аналогично регулятору напряжения РР356.

Интегральный регулятор напряжения Я120 (см. рис. 31, б) работает с генератором Г273 с номинальным напряжением 28В. Регулятор Я120 отличается от регулятора Я112 в основном величинами сопротивлений резисторов делителя напряжения, установкой двух последовательно включенных стабилитронов $D1$ и $D2$ и схемой включения в цепь питания обмотки возбуждения генератора. В генераторе Г273 применяют ротор 14-вольтового генератора, а поэтому обмотка возбуждения ротора подключается к нулевой точке фаз обмотки статора, т. е. на напряжение одной фазы генератора. Цепь тока возбуждения при работе генератора: нулевая точка обмотки статора — зажим Д — обмотка возбуждения — составной транзистор $T3 — T2 —$ корпус автомобиля — минусовой вывод генератора — один из дио-

дов выпрямительного блока — одна из фаз обмотки статора. При начальном возбуждении неработающего генератора цепь обмотки возбуждения подключается к аккумуляторной батарее с напряжением 24В, и, если бы не было резистора подпитки, то в цепи обмотки проходил бы ток недопустимо большой силы. Для ограничения силы тока возбуждения до 0,25А в цепь обмотки включен резистор R_{Π} (резистор подпитки) с сопротивлением 75 Ом. При работе генератора через резистор подпитки будет проходить ток по цепи: плюсовой вывод генератора — резистор подпитки R_{Π} — нулевая точка соединения обмотки статора — одна из фаз обмотки статора — один из диодов верхнего плеча выпрямительного блока. Сопротивление резистора подпитки около 75 Ом, а поэтому через него будет проходить небольшая сила тока. В этом регуляторе предусмотрено сезонное регулирование величины напряжения генератора, что необходимо для улучшения условий заряда и повышения срока службы аккумуляторной батареи. Регулирование напряжения осуществляется винтом, ввернутым в корпус щеткодержателя. На корпусе у винта нанесены буквы *З* и *Л* и изображена стрелка, указывающая направление вращения винта при регулировке напряжения для зимнего *З* и летнего *Л* режимов заряда аккумуляторной батареи. Если винт ввернуть до упора в корпус, то резистор R_{Π} будет включен и напряжение генератора повысится на 1—2 В, что соответствует зимнему режиму заряда батареи.

Работа регулятора Я120 аналогична работе регулятора Я112А.

§ 15. ОСНОВНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

При эксплуатации автомобиля в приборах системы электроснабжения возникают механические и электрические неисправности. Механические неисправности определяют внешним осмотром и по шуму при работе. Электрические неисправности определяют по показаниям контрольных приборов. Характерными признаками неисправности системы электроснабжения являются следующие.

Амперметр показывает разрядный ток при средней частоте вращения коленчатого вала. Контрольная лампа заряда батареи (автомобили ВАЗ) горит полным огнем. Это указывает на неисправности приборов системы (генератора, реле-регулятора) или электрических цепей системы (цепи зарядного тока, цепи возбуждения генератора). Для проверки цепи зарядного тока необходимо при неработающем двигателе проверить напряжение на выводах аккумуля-

ляторной батареи и зажимах генератора. При исправной цепи вольтметр, подключенный к зажимам «+» и «-» генератора, покажет напряжение аккумуляторной батареи. Показания вольтметра ниже номинального напряжения батареи будут при нарушении электрического контакта в соединениях вследствие большого падения напряжения а отсутствие показателей сигнализирует об обрыве цепи заряда.

В случае нарушения электрического контакта в соединениях цепи заряда необходимо подтянуть крепления наконечников проводов. Места крепления наконечников должны быть зачищены. Особое внимание следует уделить надежному креплению наконечников проводов, соединяющих генератор и реле-регулятор, выводов батареи с рамой и стартером, а также двигателя с рамой или кузовом автомобиля.

Для проверки цепи возбуждения генератора необходимо отсоединить провод от зажима Ш генератора, а затем между этим зажимом и концом отсоединенного провода включить лампу мощностью 5—15 Вт или вольтметр и включить зажигание. При исправной цепи возбуждения лампа будет гореть, а вольтметр показывать напряжение. Отсутствие показаний вольтметра или горения лампы свидетельствует об обрыве цепи. Если амперметр не показывает зарядного тока, необходимо попытаться возбудить генератор непосредственно от аккумуляторной батареи, для чего отключают регулятор напряжения, а в генераторе с интегральным регулятором напряжения заменяют щеточный узел на щеткодержатель от генератора Г250, и при средней частоте вращения коленчатого вала соединяют проводником зажим Ш генератора с зажимом «+» аккумуляторной батареи или генератора.

Если при этом амперметр покажет зарядный ток, то это указывает на неисправность регулятора напряжения, а отсутствие зарядного тока — на неисправность генератора.

Отсутствие зарядного тока может быть при слабом натяжении ремня привода ротора генератора. При этом происходит проскальзывание ремня по шкиву генератора, что снижает частоту вращения ротора, а следовательно, и напряжение генератора.

Амперметр постоянно регистрирует большую силу зарядного тока. Это может быть в результате нарушения регулировки регулятора напряжения (регулируемое напряжение выше величин, указанных в табл. 4); пробоя силового транзистора (сопротивление перехода эмиттер — коллектор равно нулю); короткого замыкания проводов, подключенных к зажимам «+» и Ш генератора; увеличения сопротивления выключателя зажигания (например, окисление контактов выключателя) и других причин.

Длительный заряд заряженной аккумуляторной батареи вызывает сильное газообразование в аккумуляторах батареи и, следовательно, уменьшение уровня электролита и разрушение активного вещества пластин. Кроме того, при повышенном напряжении сокращается срок службы ламп приборов освещения и увеличивается износ контактов прерывателей в приборах электрооборудования за счет повышенного искрообразования между ними.

Проверка регулируемого напряжения производится с помощью специальных приборов, с соблюдением технических условий на проверку. Регулируемое напряжение в зависимости от района эксплуатации и места установки батареи должно быть в пределах, указан-

ных в табл. 4. При отсутствии специального прибора проверка производится при средней частоте вращения коленчатого вала с помощью вольтметра, а нагрузка создается включением потребителей автомобиля (например, фар).

При установке на автомобиле контактного или контактно-транзисторного регулятора напряжения изменить регулируемое напряжение можно уменьшением натяжения пружины якорька. Если регулятор напряжения не поддается такой регулировке, его необходимо снять и сдать в мастерскую. Если же увеличение регулируемого напряжения, т. е. когда большая сила зарядного тока при полностью заряженной батарее обнаружено в пути, далеко от автопредприятия, то во избежание недопустимого перезаряда батареи необходимо отключить провод от зажима Ш генератора. При этом генератор не будет возбуждаться и заряд батареи прекратится. В пути следования через каждые 100—150 км необходимо подзаряжать батарею в течение 20—30 мин, для чего снова подключить провод к зажиму Ш генератора. Во время подзаряда батареи скорость движения автомобиля необходимо поддерживать такой, чтобы сила зарядного тока не превышала 20—25 А. Увеличение сопротивления выключателя зажигания вызывает снижение напряжения, подводимого к стабилизаторам (в транзисторных) и к основной обмотке (в контактных) регуляторов напряжения, в результате чего напряжение генератора будет выше регулируемой величины, а поэтому в цепи заряда устанавливается ток большой силы даже при полностью заряженной аккумуляторной батарее. Состояние цепи возбуждения можно определить по напряжению, подводимому к зажиму Ш генератора. Если при включенном выключателе зажигания напряжение будет ниже 10 В (для 12-вольтовой системы), то это указывает на увеличение сопротивления в соединениях цепи или в контактах выключателя зажигания. Причину понижения напряжения на зажиме Ш генератора определяют по падению напряжения на отдельных участках цепи возбуждения, которое должно быть не более 0,1 В на каждом участке (например, на зажимах выключателя зажигания).

Амперметр показывает малую силу зарядного тока при разряженной аккумуляторной батарее и средней частоте вращения коленчатого вала. Это может быть при неисправности генератора или нарушении регулировки регулятора напряжения, когда регулируемое напряжение будет ниже величин, указанных в табл. 4. Для проверки генератора и регулятора напряжения замыкают проводником зажимы «+» и Ш генератора при отключенном регуляторе напряжения и наблюдают за показаниями амперметра. Если при этом амперметр покажет зарядный ток, то это указывает на неправильную регулировку регулятора напряжения, а отсутствие зарядного тока — на неисправность генератора.

Стрелка амперметра колеблется, контрольная лампа заряда батареи мигает при средней частоте вращения коленчатого вала. Это может быть при периодических нарушениях в цепях зарядного тока и возбуждения генератора, а также при пробуксовке приводного ремня. Колебание величины силы зарядного тока происходит при плохом контакте между щетками и кольцами. Нарушение контакта происходит за счет загрязнения контактных колец, повышенного износа щеток и уменьшения давления пружин на щетки. При ослаблении натяжения ремня частота вращения ротора генератора

в момент проскальзывания уменьшается, что вызывает снижение напряжения, а следовательно, и силы зарядного тока. В результате возникают колебания стрелки амперметра.

Основные неисправности генераторов. Плохой контакт между щетками и контактными кольцами ротора возникает при загрязнении и замасливании контактных колец, большом износе щеток и контактных колец, уменьшении давления пружин на щетки и заклинивании щеток в щеткодержателях. При таких неисправностях повышается сопротивление в цепи возбуждения и, следовательно, уменьшается мощность генератора. Напряжение генератора до заданной величины достигается только при повышенной частоте вращения ротора. Кроме того, может возникнуть колебание стрелки амперметра. Для устранения неисправности снимают щеткодержатель и проверяют состояние щеток и контактных колец ротора. При необходимости протирают их тряпкой, смоченной бензином. Окисленную поверхность колец зачищают стеклянной шкуркой зернистостью 100—140; изношенные кольца протачивают. Щетки должны свободно перемещаться в щеткодержателе. Щетки, изношенные до высоты менее 7 мм, заменяют. Давление пружины на щетку должно быть в пределах 1,8—2,6 Н (180—260 гс). Для определения давления пружины каждой щетки надо удалить из щеткодержателя одну щетку, а другой щеткой, оставшейся в щеткодержателе, нажать на чашку стрелочных весов (рис. 3). Щетка будет входить в щеткодержатель и когда она будет выступать из щеткодержателя на 2 мм, то замеряют показание стрелки весов. Эта величина и будет тем давлением, с которым пружина прижимает щетку к контактному кольцу ротора. Также проверяют давление пружины другой щетки.

Обрыв обмотки возбуждения чаще всего возникает в местах пайки концов обмотки к контактному кольцам. Обрыв в обмотке возбуждения определяется омметром или контрольной лампой, подключенной к контактным кольцам последовательно с источником тока. Эта неисправность устраняется бескислотной пайкой мягкими припоями. Когда обрыв произошел внутри катушки, производят замену или перемотку катушки. При обрыве обмотки возбуждения в обмотке статора будет индуцироваться э. д. с. не более 5 В, обусловленная остаточным магнетизмом стали ротора.

Замыкание обмотки возбуждения на корпус ротора происходит при разрушении изоляции обмотки. Замкнутая на корпус обмотка закорачивается и по ней не будет проходить ток. В результате генератор работать не будет. Замыкание обмотки на корпус определяют контрольной лампой при напряжении 220 В. Один проводник соединяют с любым контактным кольцом, а другой — с сердечником или валом ротора. Лампа будет гореть, когда обмотка замкнута на корпус. Если невозможно изолировать обмотку от корпуса, ее заменяют.

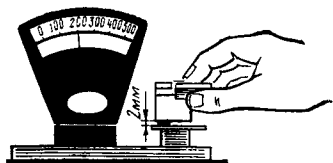


Рис. 32. Проверка давления пружин щеткодержателя

Межвитковое замыкание в катушке обмотки возбуждения возникает вследствие разрушения изоляции провода обмотки при перегреве или механическом повреждении. В результате уменьшается сопротивление цепи обмотки возбуждения, что вызовет увеличение тока возбуждения. Следовательно, повысится температура обмотки, что будет причиной еще большего разрушения изоляции провода и замыкания между собой большего количества витков катушки. При работе генератора с контактными регуляторами ток возбуждения генератора замыкается через контакты регулятора. Следовательно, при снижении сопротивления обмотки возбуждения через контакты регулятора будет проходить ток больше допустимой величины и поэтому между контактами возникнет сильное искрение, что ускорит окисление и эрозию рабочей поверхности. Если генератор работает с транзисторными реле-регуляторами, то при большой силе тока возбуждения происходит перегрев выходного транзистора, что может привести к его пробое. Межвитковое замыкание определяют измерением сопротивления катушки при помощи омметра, показания которого сравниваются с величиной сопротивления, приведенной в табл. 5.

Замыкание обмотки статора на корпус возникает вследствие механического или теплового повреждения изоляции обмотки. При этой неисправности значительно снижается мощность генератора вследствие короткого замыкания неисправной фазной обмотки с корпусом и диодами выпрямителя генератора. Эта неисправность определяется контрольной лампой при напряжении 220 В, подключением одного провода на сердечник статора, а другого — на любой вывод обмотки статора. Лампа горит только при замыкании обмотки на корпус. Проверка обмотки производится при отключенном блоке выпрямителя от концов фаз. Дефектные катушки обмотки заменяются новыми.

Обрыв в цепи фазной обмотки статора вызывает выключение фазы, что увеличит сопротивление в цепи обмотки статора. При такой неисправности снижается напряжение и мощность генератора, и аккумуляторная батарея не будет полностью заряжаться. В случае обрыва цепи двух фаз выключается вся цепь обмотки статора и генератор работать не будет. В разобранном генераторе для определения обрыва в фазной обмотке статора необходимо поочередно подключать к аккумуляторной батарее через лампочку по две фазы обмотки. Обрыв цепи выключает ее, и лампа гореть не будет.

Межвитковое замыкание в катушках обмотки статора возникает при разрушении изоляции обмотки. В короткозамкнутых катушках будет проходить ток короткого замыкания большой силы, что усилит перегрев катушки и дальнейшее разрушение изоляции обмотки. При такой неисправности значительно снижается мощность генератора, и при включении нагрузки напряжение генератора резко уменьшается. Разрушенную изоляцию обмотки статора легко определить осмотром ее состояния в разобранном генераторе. Дефектные катушки обмотки статора заменяются новыми. Межвитковое замыкание в обмотке статора также определяют при помощи дефектоскопа ПДО-1 (рис. 33). В пластмассовом корпусе дефектоскопа установлены индукционный и приемно-сигнальный аппараты. На стальные сердечники 2 и 6 аппаратов намотано по одной обмотке. Обмотка 3 приемно-сигнального аппарата замкнута неоновой лампой 1. Обмотка 7 индукционного аппарата подключена через контакты

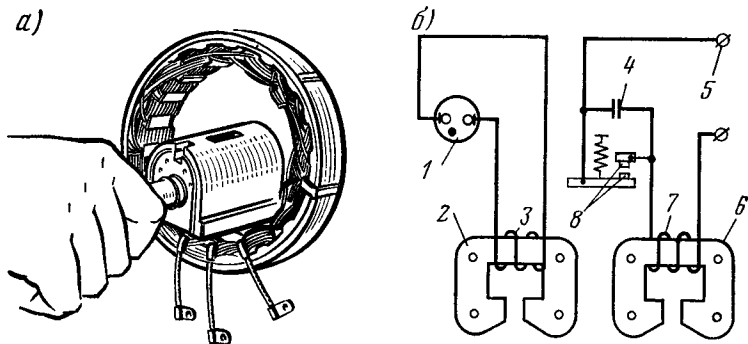


Рис. 33. Дефектоскоп ПДО-1:

а — дефектоскоп, установленный в статоре; *б* — принципиальная схема дефектоскопа;
1 — неоновая лампа; *2* и *6* — сердечники; *3* и *7* — обмотки; *4* — конденсатор;
5 — зажимы; *8* — контакты

к электромагнитного прерывателя к двум зажимам *5*. Параллельно контактам прерывателя включен искрогасящий конденсатор *4*. При проверке обмотки прибор устанавливают так, чтобы паз между зубцами сердечника статора располагался между воздушными зазорами сердечников *2* и *6* приемно-сигнального и индукционного аппаратов. Затем обмотку *7* индукционного аппарата подключают к источнику тока напряжением 12 В. Ток в цепи индукционного аппарата вызовет вибрацию контактов прерывателя, а следовательно, пульсацию магнитного потока в сердечнике *6* и сердечнике статора генератора. В результате пересечения силовыми линиями в катушке обмотки статора будет индуцироваться э. д. с. Если в катушке есть короткозамкнутые витки, то индуцированная э. д. с. создаст переменный ток, который вызовет свое переменное поле. Это магнитное поле, замыкаясь через сердечник *2* приемно-сигнального аппарата, индуцирует в обмотке *3* э. д. с., под действием которой произойдет свечение лампы *1*. Если проверяемая катушка обмотки статора не имеет виткового замыкания, то в ней не будет создаваться ток и магнитное поле. Следовательно, в обмотке *3* приемно-сигнального аппарата не будет индуцироваться э. д. с. и неоновая лампа светиться не будет.

Кроме названных, возникают также неисправности механического характера, например, износ и разрушение подшипников, износ шеек вала ротора, разработка шпоночной канавки вала и шкива, повреждение резьбы на валу и в гайках и др. Выявление и устранение подобных неисправностей не представляет больших трудностей.

Основные неисправности выпрямителей. Пробой диодов выпрямительного блока происходит при перегреве током большой силы, повышении напряжения генератора выше нормы и механическом повреждении. В пробитом диоде сопротивление практически будет равно нулю. В этом случае он проводит ток в обоих направлениях,

что вызовет короткое замыкание фаз обмотки статора. В результате этого снизится напряжение генератора и аккумуляторная батарея не будет заряжаться. При неработающем двигателе аккумуляторная батарея будет разряжаться через пробитые диоды выпрямительного блока. При пробое, а также при обрыве цепи диода происходит резкое уменьшение напряжения генератора в момент включения нагрузки. Проверку диодов на пробой и обрыв цепи производят контрольной лампой мощностью 1 Вт от аккумуляторной батареи напряжения 12 (24) В (рис. 34) или омметром. Диод исправный, если лампа горит только в одном из случаев подключения к батарее (см. рис. 34, а, б). Диод имеет обрыв цепи, если лампа не будет гореть в обоих случаях подключения проводов. Диод имеет короткое замыкание (пробит), если лампа горит при любом подключении проводов. Проверку исправности диодов выпрямительного блока генератора производят по схеме, приведенной на рис. 34, в, г. Для проверки диодов, соединенных с шиной 1, подключают к ней провод от вывода «+» аккумуляторной батареи, а другим проводом, соединенным с выводом «-» батареи, поочередно касаются зажимов 3 блока. Лампа не горит, если в цепи диода есть обрыв. Затем подключают к шине 1 провод от вывода «-» аккумуляторной батареи, а другим проводом поочередно касаются зажимов блока. При исправном состоянии диода лампа не горит. В случае пробоя диода лампа будет гореть. Так же проверяют диоды, соединенные с шиной 5. В выпрямительных блоках при неисправном диоде заменяют секцию блока. При испытании исправного диода его сопротивление будет не более 200 Ом, а при перемещении местами концов проводников от омметра

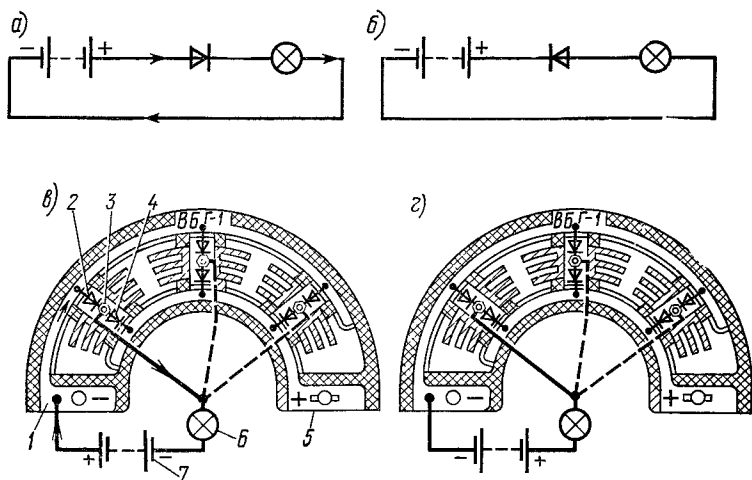


Рис. 34. Проверка диодов на пробой и обрыв в цепи:

а, б — схемы проверки диодов; в, г — схемы проверки диодов выпрямительного блока;
 1 и 5 — соединительные шины; 2 и 4 — диоды; 3 — зажимы; 6 — контрольная лампа; 7 — аккумуляторная батарея

к выводам диода — несколько сотен килоом. В пробитом диоде сопротивление равно нулю, а при обрыве выводного проводника — бесконечности.

Основные неисправности регуляторов напряжения. В регуляторах возникают различные неисправности, вызывающие увеличение или уменьшение регулируемого напряжения генератора. При пониженном напряжении уменьшается сила зарядного тока даже при разряженной аккумуляторной батарее. Повышение напряжения выше нормы вызывает увеличение силы зарядного тока даже при заряженной батарее.

Окисление контактов регуляторов напряжения контактных реле-регуляторов возникает вследствие искрообразования между контактами. Искрообразование усиливается при недопустимом увеличении силы тока возбуждения (например, при межвитковом замыкании обмотки возбуждения), а также при обрыве дополнительных резисторов R_d (см. рис. 25). Вследствие окисления контактов повышается сопротивление цепи возбуждения генератора, а поэтому уменьшаются сила тока возбуждения и напряжение генератора. Окисленные контакты зачищают стеклянной бумагой зернистостью 140—170, а затем протирают замшей или плотной тканью, смоченной спиртом или очищенным бензином. При загрязнении контактов регулятора напряжения РР362 в момент их замыкания не будет запирается транзистор, а поэтому напряжение генератора будет больше регулируемой величины. Сила зарядного тока также будет большой даже при заряженной батарее. Контакты протирают замшей или плотной тканью, смоченной спиртом или очищенным бензином.

Нарушение регулировки регулятора вызывает изменение установленного значения напряжения генератора, которое уменьшается при снижении упругости пружины якорька и уменьшении зазора между якорьком и сердечником (при неправильной регулировке). При увеличении натяжения пружины и большей величине зазора между якорьком и сердечником напряжение генератора возрастает. Эти дефекты устраняются регулировкой регулятора.

Обрыв обмотки регулятора напряжения. При этой неисправности не будет намагничиваться сердечник регулятора и напряжение генератора повышается больше установленной величины. Обрыв цепи обмотки регулятора возникает при механическом повреждении или перегреве вследствие увеличения силы тока при повышенном напряжении генератора. Обрыв обмотки проверяют омметром или контрольной лампой. Дефектные обмотки заменяют или спаивают провода в месте обрыва.

Обрыв цепи резисторов При нарушении цепи дополнительных резисторов R_d (см. рис. 25, 27) в момент срабатывания регулятора прерывается цепь возбуждения и в обмотке возбуждения индуктируется очень большая э. д. с. самоиндукции. В контактных реле-регуляторах возникнет сильное искрообразование между контактами, что вызывает их быстрое разрушение. Кроме того, отключается цепь ускоряющего резистора, в результате чего снижается частота замыкания — размыкания контактов регулятора и напряжение генератора будет малой величины и пульсирующим. Обрыв резистора температурной компенсации $R_{тк}$ нарушает цепь обмотки регулятора напряжения и регулятор не будет работать. Обрыв ускоряющего резистора R_y (см. рис. 27) прервет цепь обмотки регулятора, что вызовет значительное повышение напряжения генератора.

Разрушенные резисторы заменяются исправными. Проверка величины сопротивления резисторов производится омметром.

Пробой транзистора реле-регулятора РР362 и выходного транзистора регуляторов РР350 и РР356, как правило, возникает при перегреве их током большой силы. При пробитом транзисторе (сопротивление перехода эмиттер — коллектор равно нулю) напряжение генератора не регулируется и достигает большой величины. При обрыве в цепи транзистора (сопротивление эмиттер — коллектор равно бесконечности) прерывается цепь возбуждения генератора и он не возбуждается. Проверку состояния транзистора реле-регулятора РР362 на автомобиле производят при неработающем двигателе. Для этого снимают крышку реле-регулятора и подключают контрольную лампу одним проводом на зажим Ш реле-регулятора, а другим — на корпус автомобиля. Включают выключатель зажигания, при этом лампа будет гореть при исправном и пробитом транзисторе и не будет гореть при обрыве в цепи транзистора. Затем нажимают пальцем на якорек регулятора напряжения или якорек реле защиты для замыкания контактов этих приборов. Если транзистор исправный, то в момент замыкания контактов регулятора или реле, он заперется, а поэтому лампа погаснет. Для определения пробоя выходного транзистора у снятых с автомобиля реле-регуляторов РР350, РР356 и РР362 надо подключить реле-регулятор к 12-вольтовой аккумуляторной батарее с последовательно включенной лампой мощностью 1 Вт. Провода подключают к зажимам Ш и В у РР362 и к зажимам Ш и «+» у РР350 и РР356. Лампа будет гореть только при пробитом транзисторе.

Проверка транзисторов омметром производится следующим образом. Если к базе транзистора типа $p - n - p$ подключить плюсовой вывод внутренней батареи омметра, то переходы будут закрыты и омметр покажет большое сопротивление (десятки килоом) между базой и коллектором или базой и эмиттером (рис. 35, а). Если же к базе подключить минусовой вывод внутренней батареи, омметр покажет малое сопротивление (десятки ом) между базой и коллектором или эмиттером. При проверке транзисторов типа $n - p - n$ омметр подключается по схеме, приведенной на рис. 35, б. Прямое сопротивление перехода имеет обычно величину порядка десятка или сотен ом, обратное — сотен килоом или единиц мегаом. Транзистор неисправен, если сопротивление намного отличается от указанных значений. Близкое к нулю сопротивление указывает на замыкание переходов, очень большое — на нарушение (обрыв) контактов.

Тепловое разрушение стабилитрона. В этом случае стабилитрон будет проводить ток в обоих направлениях. В РР350 и РР356 при поврежденном стабилитроне будет закрыт выходной транзистор, а поэтому напряжение генератора будет очень малой величины (не более 5 В). Проверку состояния стабилитрона на обрыв и тепловое разрушение производят измерением сопротивления в направлении прямой и обратной проводимости. У исправного стабилитрона сопротивление в направлении обратной проводимости должно быть во много раз большим по сравнению с величиной сопротивления в направлении прямой проводимости. Стабилитроны рассчитаны на очень малые токи, поэтому во избежание теплового разрушения перехода их нельзя проверять при помощи лампы даже малой мощности.

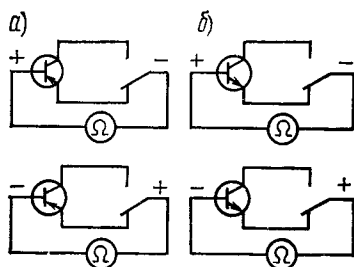


Рис. 35 Проверка транзисторов:

а — схема измерения сопротивления переходов транзистора типа *p-n-p*; б — схема измерения сопротивления переходов транзисторов типа *n-p-n*

Основные неисправности реле защиты РР362. Обрыв обмотки. При такой неисправности в случае замыкания зажимов Ш на корпус контакты реле не будут замыкаться и транзистор не запирается. В цепи транзистора устанавливается большая сила тока, что вызывает перегрев и пробой его.

Окисление контактов. При сильном окислении контактов в момент их замыкания не будет запирается транзистор, что приведет к пробое транзистора в случае замыкания зажимов Ш на корпус. Проверку обмоток на обрыв производят омметром или контрольной лампой. Сопротивление обмоток сопоставляют с данными, приведенными в технических условиях.

§ 16. ПРОВЕРКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ГЕНЕРАТОРОВ, РЕГУЛЯТОРОВ НАПЯЖЕНИЯ, РЕЛЕ ЗАЩИТЫ И РЕЛЕ КОНТРОЛЬНОЙ ЛАМПЫ ЗАРЯДА АККУМУЛЯТОРНОЙ БАТАРЕИ

Проверяют затяжку деталей крепления крышек и шкива генератора. Вращением ротора от руки проверяют легкость вращения. Снимают щеткодержатель и определяют степень износа щеток и легкость их перемещения в щеткодержателе, а также состояние контактных колец ротора. В разобранном генераторе проверяют обмотку статора и обмотку ротора на обрыв, межвитковое замыкание и замыкание на корпус, а также проверяют исправность блока выпрямителя. Перечисленные виды проверок описаны в § 15. Производят проверку генератора для определения частоты вращения, при которой генератор возбуждается до номинального напряжения без нагрузки и при номинальной нагрузке. Проверяют и при необходимости регулируют регулятор напряжения, реле защиты и реле контрольной лампы заряда батареи. Проверку работоспособности генераторов и реле-регуляторов производят на автомобилях с применением переносных приборов или в цехе на специализированных стендах. Для привода генераторов стенды оборудованы репульсионными

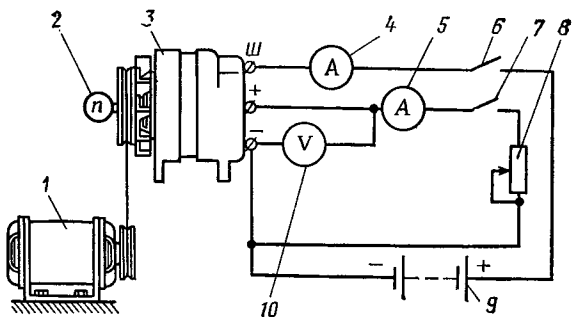


Рис. 36. Схема включения приборов при проверке генератора:
 1 — электродвигатель; 2 — тахометр; 3 — генератор; 4 и 5 — амперметры; 6 —
 7 — выключатели; 8 — реостат; 9 — аккумуляторная батарея; 10 — вольтметр

электродвигателями или асинхронными трехфазными электродвигателями и клиноременным вариатором, позволяющим плавно регулировать частоту вращения до 5000—10 000 об/мин.

Схема включения приборов при испытании генератора показана на рис. 36. Частоту вращения ротора генератора 3 измеряют тахометром 2. Нагрузку во внешней цепи генератора создают реостатом 8 и контролируют амперметром 5. Напряжение генератора контролируют вольтметром 10. Цепь возбуждения генератора подключается выключателем 6 к аккумуляторной батарее 9.

Сила тока в цепи возбуждения контролируется амперметром 4.

Генератор без нагрузки. Закрепляют проверяемый генератор на стенде и соединяют его ротор с валом электродвигателя 1. Затем выключателем 6 подключают цепь обмотки возбуждения генератора к аккумуляторной батарее 9. Выключателем 7 размыкают цепь нагрузки. Затем включают электродвигатель привода генератора и плавно увеличивают частоту вращения ротора генератора, контролируя ее по показанию тахометра 2. Как только напряжение генератора достигнет номинальной величины, снимают показания тахометра 2 и сравнивают их с техническими условиями (см. табл. 5). Генератор считают исправным, если частота вращения ротора при номинальном напряжении не превышает величины, указанной в технических условиях. Напри-

мер, напряжение исправного генератора Г250 достигнет 14 В при 950 об/мин. После этого производят проверку генератора под нагрузкой.

Генератор под нагрузкой. Выключателем 7 включают цепь нагрузки и при вращающемся роторе генератора реостатом 8 увеличивают силу тока нагрузки, наблюдая за показаниями амперметра 5 и вольтметра 10. Номинальная величина напряжения поддерживается при этом увеличением частоты вращения ротора. Как только сила тока нагрузки достигнет необходимой величины (см. табл. 5) при номинальной величине напряжения, снимают показания тахометра 2. Генератор считают исправным, если необходимая сила тока нагрузки при номинальном напряжении достигается при частоте вращения ротора, не превышающей величины, указанной в технических условиях (табл. 5). Например, для генератора Г250 при силе тока нагрузки 28 А и напряжении 14 В частота вращения ротора должна быть не более 2100 об/мин. Проверку генераторов с интегральными регуляторами производят в сборе с регуляторами. Напряжение генератора при испытании должно быть 13 В для 14-вольтных и 26 В для 28-вольтных генераторов. Это необходимо, чтобы при проверке генераторов регулятор напряжения не вступал в работу.

Проверка и регулировка зазоров в регуляторах напряжения и реле. Проверяют состояние контактов и в случае окисления зачищают их стеклянной бумагой зернистостью 140—170, а затем протирают замшей или плотной тканью, смоченной чистым бензином или спиртом. Проверяют и при необходимости регулируют зазоры.

Регулятор РР380. Зазор между якорьком 2 (см. рис. 25) и сердечником должен быть 1,4—1,5 мм. Зазор регулируют смещением держателя 3 вверх или вниз после уменьшения затяжки гайки 5. Зазор между нижними контактами К2 в пределах 0,4—0,5 мм регулируют смещением или изгибом держателя 4 нижнего контакта.

Реле РС702 контрольной лампы. Зазор 0,3—0,4 мм между якорьком и сердечником регулируют изгибом верхней части держателя (см. рис. 25) неподвижного контакта.

Регулятор РР362. Зазор между якорьком (см. рис. 27) и сердечником должен быть 1,2—1,3 мм у регулятора напряжения при замкнутой верхней паре контактов, а у реле защиты при разомкнутых контактах. Регулировка зазора производится перемещением держателя неподвижных кон-

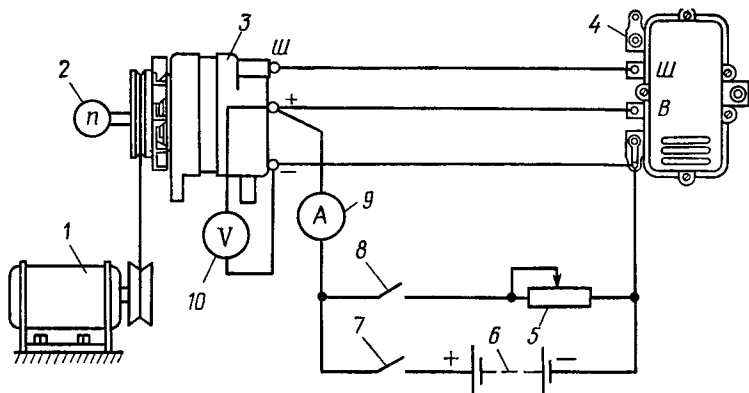


Рис. 37. Схема включения приборов при проверке и регулировке регулятора напряжения:

1 — электродвигатель; 2 — тахометр; 3 — генератор; 4 — реле-регулятор; 5 — реостат; 6 — аккумуляторная батарея; 7 и 8 — выключатели; 9 — амперметр; 10 — вольтметр

тактов вверх или вниз при ослабленных винтах крепления держателей. Зазор между контактами К2 регулятора напряжения должен быть 0,2—0,3 мм, а у реле защиты — 0,7—0,8 мм. Зазор регулируют подгибанием ограничителя хода якорька у реле защиты и держателя верхнего контакта у регулятора напряжения.

Проверка и регулировка регулятора напряжения. Работу регулятора проверяют и регулируют на контрольно-испытательных стендах при совместной работе с исправными генераторами того типа, с которыми они работают на автомобиле. Перед постановкой контактного регулятора на стенд проверяют состояние контактов и величину зазоров и при необходимости производят зачистку контактов и регулировку зазоров. На стенде реле-регулятор закрепляют в рабочем положении, соответствующем его установке на автомобиле.

Схема включения при регулировке регулятора на контрольно-испытательных стендах показана на рис. 37. Вводят полное сопротивление реостата 5 и включают электродвигатель 1. Включают выключатели 7 и 8. Плавно увеличивают частоту вращения ротора генератора до 3000 об/мин, наблюдая за показаниями вольтметра и тахометра. Реостатом 5 устанавливают силу тока нагрузки, равную 0,5 номинальной силы тока генератора (см. табл. 5), и наблюдают за показаниями вольтметра 10. Если напряжение генератора не

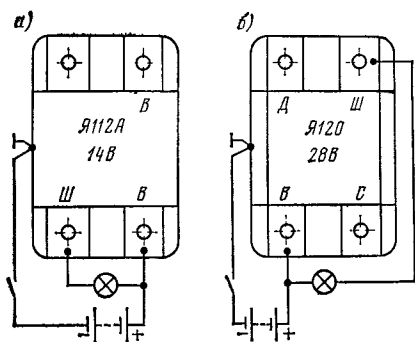


Рис. 38. Схемы включения приборов при проверке интегрального регулятора напряжения:

а — подключение Я112А к 12-вольтовой батарее; б — подключение Я120 к 24-вольтовой батарее

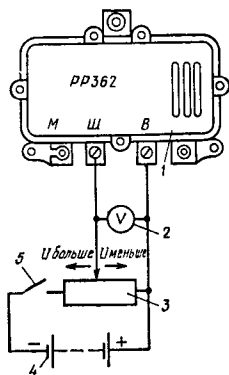


Рис. 39. Схема включения приборов при проверке реле защиты реле-регулятора РР362:

1 — реле-регулятор; 2 — вольтметр; 3 — реостат; 4 — аккумуляторная батарея; 5 — выключатель

будет соответствовать величине, приведенной в табл. 4, то у контактных регуляторов производят регулировку натяжением пружины регулятора. Для повышения напряжения необходимо увеличить натяжение пружины, для чего отгибают вниз рычажок крепления пружины. Для уменьшения напряжения генератора натяжение пружины уменьшают.

Простейший способ проверки исправности интегрального регулятора напряжения Подключают регулятор Я112А к 12-вольтовой, а регулятор Я120 к 24-вольтовой аккумуляторной батарее по схемам, приведенным на рис. 38. Если регулятор исправен, то контрольная лампа будет гореть полным накалом. Следовательно, в проверяемом исправном регуляторе транзистор *T1* (см. рис. 31) будет закрыт, а составной транзистор *T2—T3* будет открыт. При неисправном регуляторе лампа не горит или горит с неполным накалом. Затем подключают регулятор Я112-А к батарее аккумуляторов на 16 В, а регулятор Я120 на 32 В. При исправном регуляторе контрольная лампа не будет гореть, так как в проверяемом исправном регуляторе транзистор *T1* будет открыт, а составной транзистор *T2—T3* закрыт.

Подрегулировка бесконтактных регуляторов напряжения. При отклонении напряжения генератора от установленных величин производят подрегулировку регулятора заменой подстроечных резисторов в верхнем или нижнем плечах делителя напряжения. Например, в РР350 (см. рис. 28) для увеличения регулируемого напряжения нужно уменьшить сопротивление верхнего плеча, для чего необходимо подстроечный резистор R1 заменить резистором с меньшим номинальным значением сопротивления или подстроечный резистор R10 заменить резистором с большим номинальным значением сопротивления. Для снижения регулируемого напряжения резистор R1 заменяют резистором с большим номинальным значением сопротивления или резистор R10 заменяют резистором с меньшим номинальным значением сопротивления. Интегральные регуляторы напряжения не регулируются, а в случае отклонения регулируемого напряжения от величин, приведенных в табл. 5, регуляторы заменяются.

Регулировка реле защиты РР362. После проверки состояния контактов и зазоров производят проверку напряжения замыкания контактов реле защиты. При проверке зажим В реле-регулятора соединяют с плюсовым выводом, а зажим Ш через реостат 30 Ом соединяют с минусовым выводом аккумуляторной батареи (рис. 39). Между зажимами В и Ш подключают вольтметр.

Затем, плавно перемещая ползунок реостата, необходимо наблюдать за моментом замыкания контактов реле защиты.

Контакты реле должны замыкаться при напряжении 6,5—7,5 В; при необходимости изменяют натяжение пружины якорька.

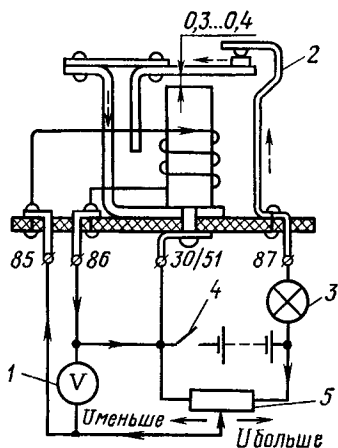


Рис. 40. Схема включения приборов при регулировке реле РС702 контрольной лампы зарядки багарей:

1 — вольтметр; 2 — держатель контакта; 3 — лампа; 4 — выключатель; 5 — реостат

Проверка и регулировка реле РС702 контрольной лампы заряда батареи. Для проверки и регулировки подключают реле по схеме, приведенной на рис. 40. Затем включают выключателем 4 электрическую цепь, и перемещением движка реостата 5 плавно повышают напряжение на зажимах 85 и 86 обмотки реле, контролируя напряжение размыкания контактов по показанию вольтметра 1 в момент выключения лампочки 3. У исправного реле размыкание контактов происходит при напряжении 5,0—5,7 В. Если контакты реле размыкаются при напряжении более 5,7 В, то уменьшают зазор между якорьком и сердечником подгибанием вниз верхней части держателя 2 неподвижного контакта. В случае размыкания контактов при напряжении менее 5,0 В увеличивают зазор. Нормальная величина зазора между якорьком и сердечником реле 0,3—0,4 мм.

Приборы и аппараты системы электроснабжения проверяются на стендах Э211, 532М, КИ968, Э205, а также с помощью приборов Э236, Э214 и др.

СИСТЕМА ЗАЖИГАНИЯ

§ 17. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Система зажигания предназначена для надежного и своевременного воспламенения рабочей смеси в цилиндрах двигателя в соответствии с порядком работы цилиндров. Рабочая смесь воспламеняется электрической искрой, возникающей между электродами свечей зажигания под действием высокого напряжения. Бесперебойное зажигание рабочей смеси в современных двигателях обеспечивается подводом к свечам высокого напряжения (не менее 16 кВ при пуске холодного и 12 кВ при работе прогретого двигателя). Искровой разряд, образующийся между электродами свечи, должен обладать необходимой энергией, обеспечивающей надежное воспламенение рабочей смеси на всех режимах работы двигателя. Энергия искрового разряда составляет 20—100 МДж, что обеспечивает легкий пуск и нормальную работу двигателя на всех эксплуатационных режимах. Температура искрового разряда достигает 10 000 К.

Система зажигания должна обеспечивать изменение угла опережения зажигания в оптимальных пределах на любом режиме работы двигателя. Аппараты зажигания должны быть надежными и долговечными в эксплуатации, иметь малые габаритные размеры, массу и стоимость, небольшой объем технического обслуживания и не создавать радиопомехи выше допустимых норм.

В настоящее время на автомобилях применяются контактные, контактно-транзисторные и бесконтактные транзисторные системы зажигания.

Схема контактной системы батарейного зажигания приведена на рис. 41. В систему зажигания входят следующие приборы:

- 1) катушка зажигания 6 при работе системы преобразует ток низкого напряжения (12—14 В) в импульсы тока высокого напряжения (12—24 кВ), необходимые для образования искрового разряда между электродами свечей зажигания;

- 2) прерыватель-распределитель 4, состоящий из прерывателя, прерывающего в нужный момент цепь тока низкого напряжения, и распределителя, распределяющего импульсы тока высокого напряжения по свечам в соответствии с порядком работы цилиндров двигателя, а также центробежного и вакуумного регуляторов и октан-корректора, изменяющих угол опережения зажигания;

- 3) конденсатор 5, включенный параллельно контактам прерывателя, уменьшающий искрение между контактами, что необходимо для уменьшения окисления и износа контактов и увеличения э. д. с. индуктируемой во вторичной обмотке катушки зажигания;

- 4) свечи зажигания 1, служащие для образования искрового разряда в камерах сгорания цилиндров двигателя;

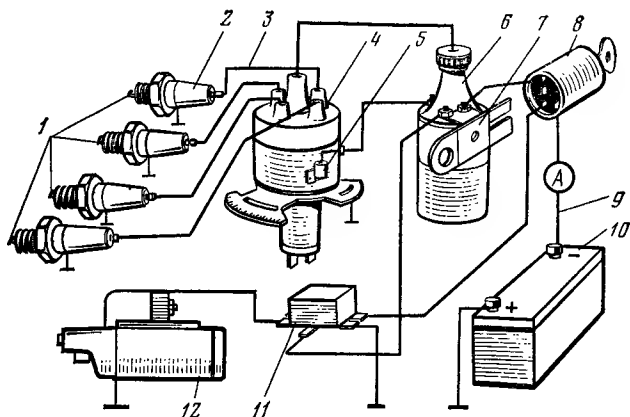


Рис. 41. Схема системы зажигания:

1 — свечи зажигания; 2 — подавительные резисторы; 3 — провода высокого напряжения; 4 — прерыватель-распределитель; 5 — конденсатор; 6 — катушка зажигания; 7 — дополнительный резистор; 8 — выключатель зажигания и стартера; 9 — провода низкого напряжения; 10 — аккумуляторная батарея; 11 — реле включения стартера; 12 — стартер

5) выключатель зажигания 8, размыкающий первичную цепь при неработающем двигателе; провода низкого 9 и высокого 3 напряжения;

6) подавительные резисторы 2, необходимые для снижения уровня радиопомех.

В схему зажигания включено реле 11 стартера, обеспечивающее закорачивание (шунтирование) дополнительного резистора 7 в первичной цепи зажигания при пуске двигателя стартером 12.

§ 18. АППАРАТЫ КОНТАКТНОЙ СИСТЕМЫ ЗАЖИГАНИЯ

Катушки зажигания. В контактных системах зажигания применяются 12-вольтные катушки зажигания Б115, Б7-А, Б117 и др. Катушки в основном имеют аналогичную конструкцию. Катушка зажигания (рис. 42) имеет стальной кожух 8, карболитовую крышку 2, сердечник 15, кольцевой магнитопровод 10, первичную 12 и вторичную 13 обмотки, фарфоровый изолятор 14 и дополнительный резистор 16. Сердечник 15 и кольцевой магнитопровод 10 изготовлены из листов электротехнической стали, на поверхности которых имеется слой окислы, что уменьшает вихревые токи. С этой же целью кольцевой магнитопровод, собранный из двух тонкостенных цилиндров, имеет разрез вдоль оси

Вторичная обмотка 13 намотана на втулку из электротехнического картона. Начало обмотки соединено проводником 9 с пружиной 3, а через нее с латунной вставкой 20; второй ее конец 6 соединен с одним из концов первичной обмотки 12. Такое соединение обмоток (автотрансформаторная связь) упрощает изготовление катушки и способствует возрастанию высокого напряжения на величину э. д. с. самоиндукции первичной обмотки. Для предупреждения пробоя изоляции обмотки особенно в конечных и начальных рядах, где потенциал достигает наибольшей величины, первые и последние восемь рядов изолированы друг от друга четырьмя — шестью слоями конденсаторной бумаги; все другие ряды изолированы двумя слоями бумаги. Кроме того, витки первых и последних четырех рядов наматывают не вплотную друг к другу, а с промежутком 1—2 мм. Сверху обмотку

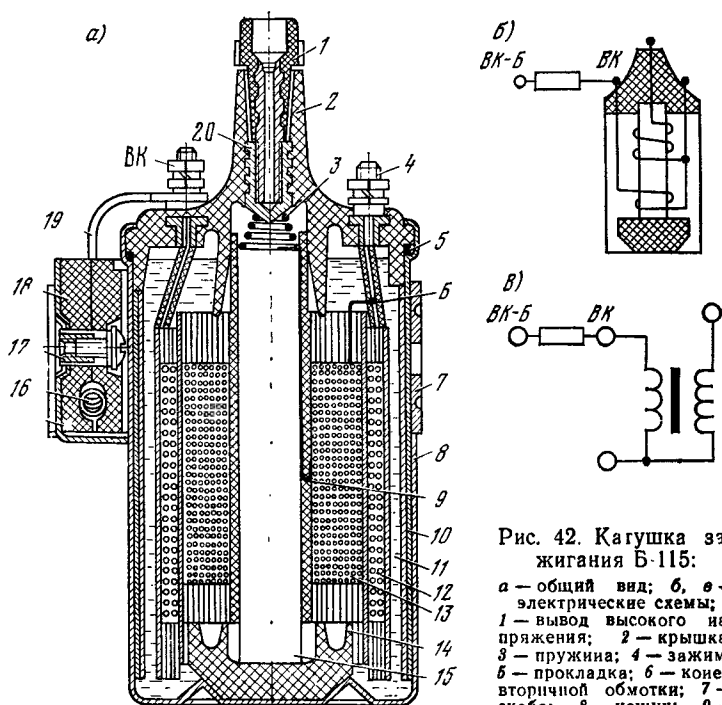


Рис. 42. Кагушка зажигания Б-115:

а — общий вид; б, в — электрические схемы; 1 — вывод высокого напряжения; 2 — крышка; 3 — пружина; 4 — зажим; 5 — прокладка; 6 — конец вторичной обмотки; 7 — скоба; 8 — кожух; 9 — проводник; 10 — магнито-

провод; 11 — масло; 12 — первичная обмотка; 13 — вторичная обмотка; 14 — изолятор; 15 — сердечник 16 — резистор; 17 — втулка; 18 — держатель резистора; 19 — шина; 20 — вставка

Тип катушки	Первичная обмотка			Вторичная обмотка		Применяемость
	Число витков	Сопротивление, Ом	Диаметр провода, мм	Число витков	Диаметр провода, мм	
Б114	180	0,42	1,25	41000	0,06	Для контактно-транзисторной системы ГАЗ-24, УАЗ, «Москвич», ГАЗ-52 и др. Для бесконтактно-транзисторной системы ВАЗ
Б115	330	1,9—2,0	0,72	22500	0,07	
Б116	250	0,84	1,12	38500	0,06	
Б117	308	3,0—3,3	0,57	21000	0,07	

изолируют несколькими слоями лакоткани, а затем кабельной бумагой. Первичную обмотку 12 наматывают поверх вторичной, что облегчает отвод тепла от обмотки к кожуху при работе катушки. Между каждым рядом обмотки прокладывают несколько слоев кабельной бумаги. Концы первичной обмотки припаяны к зажимам 4 и ВК. На выводные концы обмотки надеты трубки из изоляционного материала.

Фарфоровый изолятор 14 предотвращает возникновение разряда высокого напряжения между сердечником 15 и кожухом 8. После установки обмотки и деталей в кожух 8 катушки заливают трансформаторное масло 11, что улучшает изоляцию обмоток и отвод тепла от них на корпус. Уровень масла при вертикальном положении катушек при + 20 °С должен быть выше торцов обмоток на 3—5 мм, что дает возможность увеличения объема масла при нагреве катушки. Герметичность соединения карболитовой крышки 2 в кожухе обеспечивается прокладкой 5 из маслбензостойкой резины. Резистор 16 катушек зажигания Б115 и Б7А состоит из проволоочной спирали двух керамических держателей 18 и винта с резьбовой втулкой 17. Резистор прикреплен к скобе 7. Концы спирали резистора приваривают к двум шинам 19 точечной сваркой. Шины соединены с зажимами ВК и ВКБ (на рисунке ВКБ не виден) катушки. Катушка Б117 не имеет дополнительного резистора, поэтому у нее только два зажима, один без обозначения, второй с обозна-

чением «+Б». Резьбовой вывод 1, предназначенный для надежного крепления высоковольтного провода, ввертывается в латунную вставку 20 крышки. Некоторые типы катушек не имеют резьбового вывода.

Основные данные некоторых типов катушек зажигания приведены в табл. 6.

Прерыватели-распределители в зависимости от числа цилиндров двигателя изготавливают 4-, 6- и 8-искровыми, а в зависимости от направления рабочего вращения кулачка прерывателя — левого и правого вращения.

Прерыватель-распределитель Р119-Б — 4-искровой, левого вращения, состоит из следующих основных механизмов и узлов: прерывателя тока низкого напряжения, распределителя тока высокого напряжения, центробежного и вакуумного регуляторов опережения зажигания, октан-корректора, конденсатора и корпуса.

В корпусе 4 (см. рис. 43, а) в двух бронзовых втулках 31 вращается вал 32 привода кулачка прерывателя, ротора 18 распределителя и центробежного регулятора опережения зажигания. Осевой люфт вала ограничивается муфтой 35, соединенной с валом шпилькой 36. К корпусу двумя винтами прикреплена неподвижная пластина 5 прерывателя. Подвижная пластина 7 прерывателя установлена на шариковом подшипнике 3, обеспечивающем легкое движение пластины при работе вакуумного регулятора. В целях уменьшения сопротивления первичной цепи и предупреждения электроэрозийного износа шариков и обойм подшипника подвижная и неподвижная пластины соединены между собой гибким медным проводником, расположенным между ними (на рисунке не виден).

На подвижной пластине 7 прерывателя (см. рис. 43, б) на оси 37 рычажка 25 установлен держатель 24 неподвижного контакта, который эксцентриком 27 может поворачиваться вокруг этой оси. Винтом 40 держатель закрепляется на подвижной пластине 7. Текстолитовая подушечка рычажка 25 прерывателя вместе с пружиной 23 прикреплена к рычажку и изолирует его от корпуса. Свободный конец пружины прикреплен винтом к изолированному от корпуса кронштейну 17, который проводником 39 соединен с зажимом 28 прерывателя-распределителя. К зажиму 28 крепится проводник от конденсатора 30. Войлочный фильц 6 пропитывается маслом и служит для смазки кулачка.

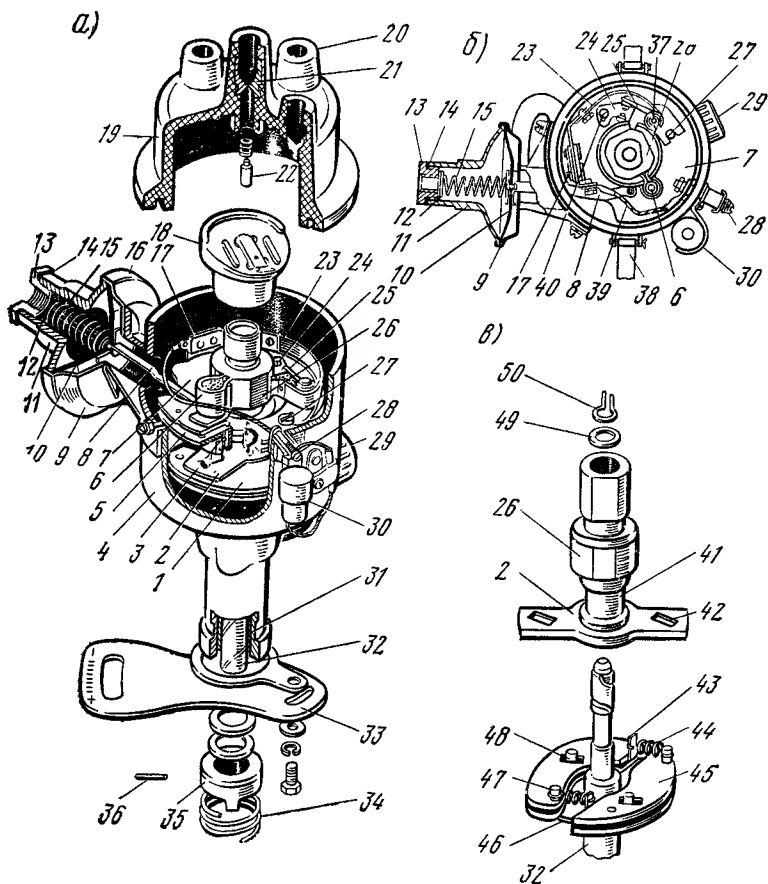


Рис. 43. Прерыватель-распределитель Р119-Б:

а — общий вид; б — вид сверху; в — центробежный регулятор;

1 — центробежный регулятор; 2 — поводковая пластина кулачка; 3 — подшипник; 4 — корпус; 5 — неподвижная пластина; 6 — фильц; 7 — подвижная пластина; 8 — тяга; 9 — корпус вакуумного регулятора; 10 — диафрагма; 11, 19 — крышки; 12 — регулировочные шайбы; 13 — штуцер; 14 — уплотнительная прокладка; 15, 23, 34, 44 — пружины; 16 — вакуумный регулятор; 17 — кронштейн; 18 — ротор; 20 и 21 — выводы; 22 — резистор; 24 — держатель контакта; 25 — рычажок; 26 — кулачок; 27 — регулировочный эксцентрик; 28 — зажим; 29 — масленка; 30 — конденсатор; 31, 41 — втулки; 32 — вал привода; 33 — пластина октан-корректора; 35 — муфта; 36 — шпилька; 37 — ось рычажка; 38 — защелка; 39 — проводник; 40 — винт; 42 — прорезь; 43 — стойка подвески пружины; 45 — грузик; 46 — поводковая пластина грузиков; 47 — ось грузика; 48 — штифт; 49 — шайба; 50 — замочное кольцо

Кулачок 26 (рис. 43, в) напрессован на втулку 41, закрепленную в поводковой пластине 2 кулачка. Выступы кулачка имеют специальный профиль, обеспечивающий более быстрое размыкание контактов, а следовательно, и уменьшение искрения между ними, а также плавное, безударное замыкание контактов, что значительно снижает их вибрацию. В прорези 42 поводковой пластины кулачка входящие штифты 48 грузиков 45 центробежного регулятора опережения зажигания. Грузики 45 устанавливаются на осях 47 поводковой пластины 46, жестко закрепленной на вале 32 привода. Грузики стягиваются пружинами 44, прикрепленными одним концом к осям 47, а другим к стойкам 43 подвески пружин. Пружины отличаются друг от друга числом витков, диаметром проволоки и жесткостью. Пружина, имеющая большую жесткость, установлена свободно и может перемещаться вдоль своей оси, а другая менее жесткая, установлена с некоторым натяжением. Установкой пружин с разной жесткостью обеспечивается нужное изменение угла опережения зажигания при изменении частоты вращения вала двигателя. Осевое смещение кулачка и грузиков центробежного регулятора опережения зажигания предотвращается замочным кольцом 50, устанавливаемым в проточку верхней части вала 32.

Ротор 18 и крышка 19 распределителя (рис. 43, а) выполнены из специального пресс-порошка. Ротор устанавливают в строго определенном положении на лыске в верхней части кулачка. Крышку крепят двумя пружинящими защелками 38. Подавительный резистор 22 с пружиной подводит ток высокого напряжения от центрального вывода 21 крышки к электроду ротора. Резистор служит для снижения уровня радиопомех; величина его сопротивления равна 8—14 кОм. В боковые выводы 20 крышки устанавливают высоковольтные провода от свечей зажигания. В каждом боковом выводе крышки имеется металлический электрод, к которому подводится высокое напряжение. Между центральным и боковыми электродами на внутренней поверхности крышки выполнены кольцевые ребра, препятствующие утечке тока высокого напряжения на другие электроды крышки, к которым в данный момент не подошел электрод ротора. К корпусу прерывателя-распределителя двумя винтами прикреплен вакуумный регулятор 16 опережения зажигания. Ушки крепления регулятора имеют продольные прорези, позволяющие смещать регулятор по окружности

корпуса 4 прерывателя-распределителя. Между корпусом 9 и крышкой 11 регулятора закреплена диафрагма 10, изготовленная из прорезиненной бензостойкой ткани. В центре диафрагмы закреплена тяга 8, соединенная с подвижной пластиной 7 прерывателя. Пружина 15 поджимает диафрагму в сторону корпуса 4 прерывателя-распределителя в положение, соответствующее позднему зажиганию. Между штуцером 13 и пружиной устанавливаются регулировочные шайбы 12, которые служат для изменения сжатия пружины. Штуцер уплотняется алюминиевой прокладкой 14. Штуцер 13 вакуумного регулятора соединяется трубкой со штуцером смесительной камеры карбюратора. Отверстие в стенке камеры выполнено несколько выше кромки дроссельной заслонки, находящейся в закрытом состоянии. К корпусу прерывателя-распределителя болтом крепится пластина 33 октан-корректора.

Снизу в корпусе прерывателя-распределителя имеется вентиляционное отверстие, через которое будет обеспечен отвод озона, образующегося при искрообразованием между электродом ротора и электродами крышки распределителя. Без вентиляции озон вызывает значительное окисление контактов и кулачка прерывателя, а также разрушение слоя смазки в подшипнике 3.

Прерыватель-распределитель P125 (рис. 44) — четырех-искровой, правого вращения. По сравнению с прерывателем-распределителем P119-Б имеет следующие конструктивные особенности.

1. Вал 1 привода имеет шлицевой конец и вращается в двух железокерамических пористых втулках 36. Втулки смазываются маслом для двигателя через войлочный фильц, заложенный в корпус 7 масленки.

2. Центробежный регулятор закреплен на верхней части вала привода, что позволило расположить кулачок 10 ближе к опоре валика. Такое расположение кулачка уменьшает износ втулок и воздействие люфтов в подшипниках вала на величину зазора между контактами прерывателя.

3. Между подвижной 35 и неподвижной 6 пластинами прерывателя расположена опорная пластина 4 из термопласта, обеспечивающая легкость перемещения подвижной пластины при вращении эксцентриковой головки 11 октан-корректора. Ось 12 головки соединена тягой 38 с подвижной пластиной 35 прерывателя.

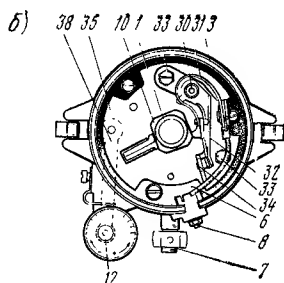
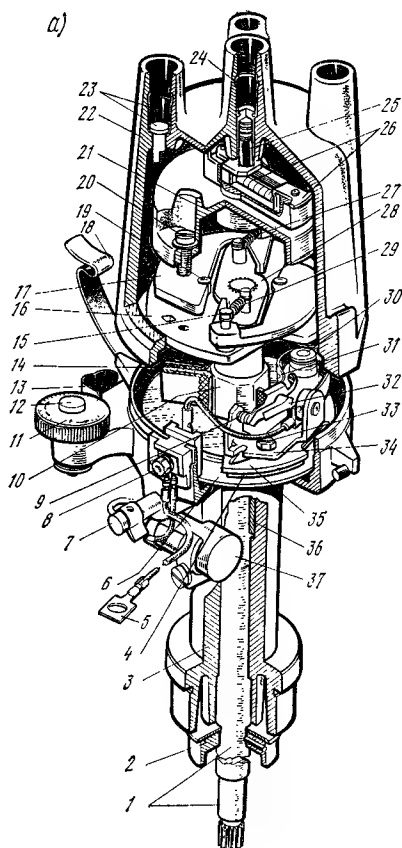


Рис. 44. Прерыватель-распределитель Р125:

а — общий вид; б — вид сверху;
 1 — вал; 2 — маслоотражательная муфта; 3 — корпус; 4 — опорная пластина из термoplastа; 5 — провод низкого напряжения; 6 — неподвижная пластина прерывателя; 7 — корпус масленки; 8 — зажим прерывателя; 9 — контакты прерывателя; 10 — кулачок прерывателя; 11 — эксцентриковая головка октан-корректора; 12 — ось эксцентрика; 13 — пружина эксцентрика; 14 — фильц кулачка; 15 — ось грузика; 16 — поводковая пластина кулачка; 17 — грузик центробежного регулятора; 18 — заселка; 19 — упор грузика; 20 — винт крепления ротора распределителя; 21 — ротор; 22 — крышка распределителя; 23 — электрод крышки; 24 — центральный вывод крышки; 25 — угольный контакт с пружиной; 26 — подавательный резистор и электрод ротора; 27 — ось пружины; 28 — пластина центробежного регулятора; 29 — пружина грузика; 30 — ось рычажка прерывателя; 31 — пружина рычажка; 32 — рычажок прерывателя; 33 — винт крепления держателя неподвижного контакта; 34 — держатель неподвижного контакта; 35 — подвижная пластина прерывателя; 36 — втулка вала; 37 — конденсатор; 38 — тяга

4. На кулачке 10 жестко закреплена поводковая пластина 16 кулачка с осями 15 грузиков 17. На верхней части вала 1 напессована поводковая пластина 28 грузиков центробежного регулятора. Пластины 16 и 28 имеют оси 15 и 27, на которые устанавливаются ушки пружин 29 грузиков центробежного регулятора. Пружины разной жесткости. Более жесткая пружина установлена свободно. Вращение

от вала 1 на кулачок 10 передается через пластины 28 и 16 и грузики 17.

5. Ротор 21 распределителя крепится двумя винтами 20 к поводковой пластине 16 кулачка. Для правильной установки ротора на нем имеется шип, который вставляется в прямоугольное отверстие поводковой пластины 16. В роторе установлен подавительный резистор 26 сопротивлением 6 кОм.

С 1981 г на автомобилях ВАЗ вместо прерывателя-распределителя Р125 устанавливается прерыватель-распределитель 30.3706, оснащенный вакуумным регулятором опережения зажигания.

Основные данные прерывателей-распределителей приведены в табл. 7.

Конденсатор. В самовосстанавливающемся конденсаторе (рис. 45) на лакированную бумагу 11 наносят очень тонкий слой цинка и олова. Металл на бумагу наносят в вакуумной камере. Слой металла, нанесенный на бумажную ленту 11, является обкладкой 12 конденсатора. После свертывания обкладок 12 в рулон 7 на торцы 6 напыливают тонкий слой припоя ПОС-40, а затем к торцам рулона припаивают по одному гибкому проводнику 4 и 8. Для улучшения контакта проводник 8 пропускают через отверстие корпуса 10 и припаивают к нему. Проводник 4 припаян к выводу, закрепленному в текстолитовой обрезиненной шайбе 3; к зажиму 1 припаивают проводник 2. Рулон 7 обертывают кабельной бумагой 9 и пропитывают трансформаторным маслом. Герметичность корпуса обеспечивается текстолитовой обрезиненной шайбой 3 и пластмассовой шайбой 5; после установки этих шайб корпус завальцовывают. Конденсаторы из металлизированной бумаги обладают способностью самовосстанавливаться при пробое диэлектрика. При пробое электри-

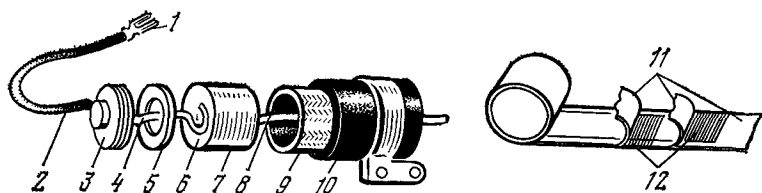


Рис. 45. Устройство конденсатора:

1 — зажим; 2, 4, 8 — проводники; 3, 5 — шайбы; 6 — торец; 7 — рулон; 9 — бумага; 10 — корпус; 11 — бумажная лента; 12 — обкладки

Таблица 7

Показатели	Тип прерывателя-распределителя						
	P119-Б	P125	P147	P20	P137, P4-Д	P133, P13-Д	
Установлен на автомобилях	ГАЗ-24 «Волга»	ВАЗ	«Москвич»	ГАЗ-52	ЗИЛ-130	ГАЗ-53А, ГАЗ-66	
Число выступов кулачка прерывателя	4			6	8		
Зазор между контактами прерывателя, мм	0,35—0,45	0,37— —0,43	0,35—0,45		0,30—0,40		
Угол замкнутого состояния контакта,	48—52	52—58	47—53	36—42	28—32		
Сила натяжения пружины прерывателя, Н (гс)	5—7 (500—700)	5—6 (500—600)	5—7 (500—700)	4—6 (400—600)	4—6,5 (400—650)	5—6,5 (500—650)	
Емкость конденсатора, мкФ	0,17—0,25	0,20— —0,25	0,18—0,26	0,17—0,25	—	—	

Показатели	Тип прерывателя-распределителя				
	P119-Б	P125	P147	P20	P137, P4-Д
	P133, P13-Д				
Регулировка опережения зажигания по кулачку прерывателя:	±10	±2,5		±12	±10
октан-корректор, °					
центробежный регулятор, °	0—17	0—15	0—15,5	0—14,5	0—19
об/мин	200—2200	500—2000	500—2800	300—1500	200—1400
вакуумный регулятор, °	0—9,5	—	0—7,5	0—12	0—10
кПа (мм. рт. ст)	15—27 (110—200)		16—27 (120—200)	20—70 (150—400)	11—32 (80—250)
Максимальная частота вращения кулачка прерывателя при бесперебойном искрообразовании, об/мин	2200	3000		1900	2000
					1650

ческая искра испаряет тонкий слой металла, нанесенного на бумагу, и вблизи места пробоя бумага очищается от металла, а отверстие пробоя заполняется маслом, что и восстанавливает работоспособность конденсатора. В системах зажигания применяют конденсаторы емкостью 0,17—0,25 мкФ.

Выключатели зажигания. Выключатель предназначен для включения и выключения первичной цепи зажигания. Кроме того, выключателем обеспечивается включение стартера, контрольно-измерительных приборов и других потребителей.

Выключатель ВК347 (рис. 46) с противоугонным устройством устанавливается на легковых автомобилях. В корпусе 9 при помощи замочного кольца 2 крепится механизм выключателя, состоящий из панели 3 с штекерными зажимами 1 и контактами 4, кулачка 5 и ротора 7 с пластинами 6. Кулачок 5 и ротор 7 поворачиваются с помощью ключа 12 замочного устройства 11. К штекерным зажимам 30 и 30/1 (см. рис. 46, б) подводится напряжение от аккумуляторной батареи и генератора. Схема подключения зажимов выключателя при различном положении ключа показана на рис. 46, в. Схема ротора и панели с контактами показана на рис. 46, г, д. Если ключ, установленный в положение «стоянка», вынуть из замка выключателя, то запорный стержень 8 усилием пружины 10 входит в паз вала рулевого механизма и запирает его. Выступ 13 обеспечивает правильную установку выключателя в рулевой колонке.

Выключатели ВК330 и ВК350 для грузовых автомобилей (рис. 47) имеют аналогичное устройство. В пластмассовой панели 1 закреплены зажимы КЗ, СТ, ПР и АМ с пружинящими контактами. Выключатель ВК350 не имеет зажима ПР. Два поводка контактной пластины 2 входят в вырезы пластмассового ротора 4. С противоположной стороны в паз ротора введен хвостовик замочного устройства 5, которое поворачивается ключом 7. Положения ротора фиксируются шариками 9. Гайкой 6 корпус 8 выключателя крепится на панели приборов. Схема соединений зажимов выключателя при различном положении ключа показана на рис. 47, г.

Свечи зажигания. Для карбюраторных и газовых двигателей применяют неразборные свечи с керамическими изоляторами (рис. 48). К изолятору свечи предъявляются следующие основные требования:

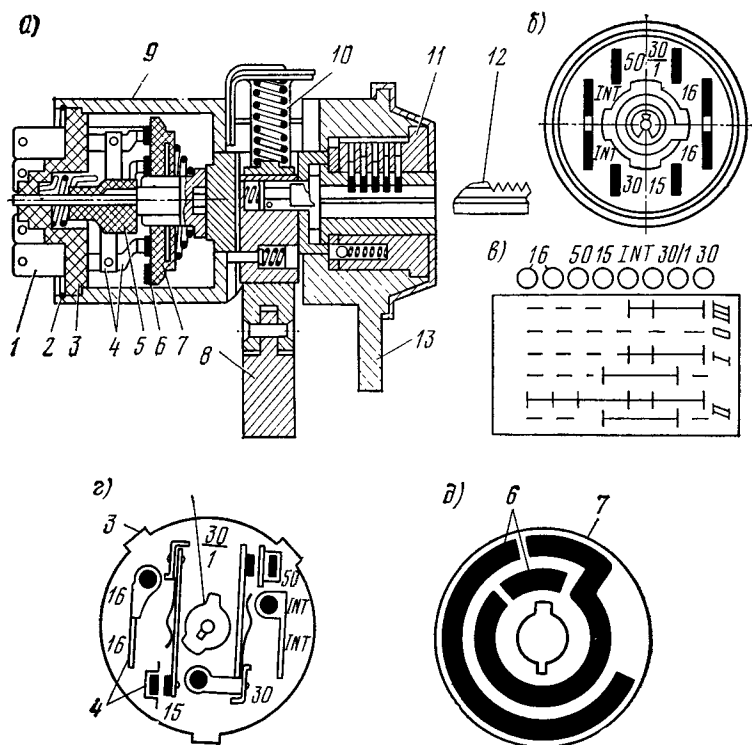


Рис. 46. Выключатель зажигания ВК347:

а — общий вид; *б* — вид со стороны зажимов; *в* — схема включения; *г* — контактная панель; *д* — ротор;
1 — зажимы; *2* — кольцо; *3* — панель; *4* — контакты; *5* — кулачок; *6* — контактные пластины; *7* — ротор; *8* — стержень; *9* — корпус; *10* — пружина; *11* — замочное устройство; *12* — ключ; *13* — выступ

высокая механическая прочность, обеспечивающая возможность выдерживать давление газов в цилиндре, достигающее 70 МПа (≈ 40 кгс/см²) и более;

высокая электрическая прочность при нагреве до 1000 К (727° С). При этой температуре изолятор не должен пробиваться током высокого напряжения;

способность переносить резкие и частые колебания температуры, обусловленные омыванием свечи сгорающей смесью и свежей смесью, поступающей в цилиндры двигателя.

Свеча зажигания должна быть герметичной, так как в случае прорыва газов произойдет перегрев изолятора, что

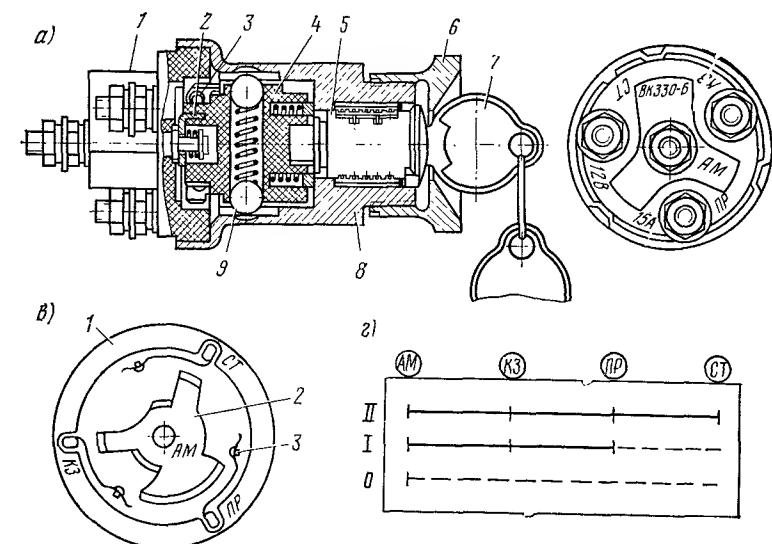


Рис. 47. Выключатель зажигания ВК 330-В:

а — общий вид; *б* — вид со стороны зажимов; *в*, *г* — схемы включения;
 1 — панель; 2 — контактная пластина; 3 — контакты; 4 — ротор; 5 — замочное устройство; 6 — гайка; 7 — ключ; 8 — корпус; 9 — шарики

приведет к преждевременному воспламенению рабочей смеси и порче изолятора.

Нижняя часть стального стержня 2 (рис. 48, *а*, *б*) имеет сетчатую накатку 10 для улучшения сцепления с герметизирующим токопроводящим герметиком 9. Изолятор 3 в сборе с контактным стержнем и центральным электродом 5 установлен в стальном корпусе 4 и зажат в нем путем развальцовки верхней части корпуса. Центральный электрод 5 выполнен из хромистой или хромотитановой проволоки, а боковой 6 — из никельмарганцевой проволоки. Искровой зазор между электродами свечи регулируется в пределах от 0,5 до 0,9 мм в зависимости от типа двигателя. Между корпусом и изолятором устанавливают шайбу 8, которая обеспечивает хороший отвод тепла от изолятора на корпус 4 и надежную герметизацию изолятора относительно корпуса.

В некоторых конструкциях свечей герметичность свечи в месте соединения изолятора с корпусом обеспечивается тальковым порошком. Изолятор изготавливают из уралита,

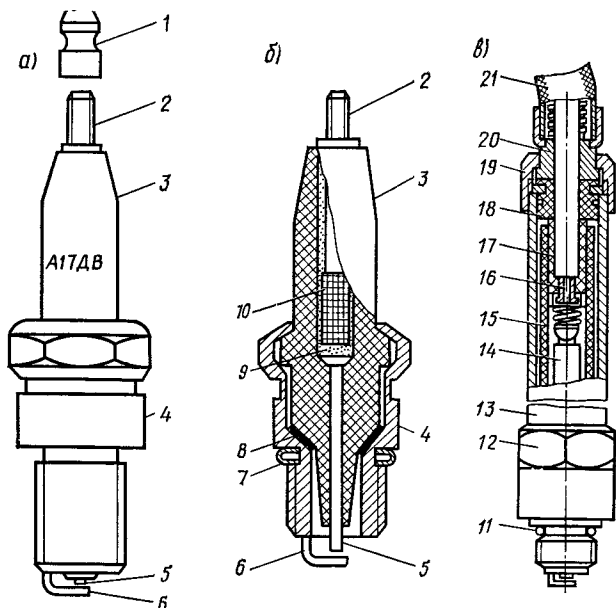


Рис. 48. Свечи зажигания:

а — общий вид; *б* — свеча в разрезе, *в* — экранированная свеча;
 1 — наконечник; 2 — стержень; 3 — изолятор; 4, 12 — корпусы; 5 — центральный электрод; 6 — боковой электрод; 7, 11 — прокладки; 8 — шайба; 9 — герметик; 10 — накатка; 13 — экран; 14 — подавительный резистор; 15, 17 — керамические втулки; 16 — проводник; 18 — резиновая втулка; 19 — гайка; 20 — втулка; 21 — экранирующая оплетка проводника

боркорунда, хилумина, синоксаля и др. Эти изоляторы обладают очень высокой электрической и механической прочностью при высоких температурах. Глазировка верхней части изолятора улучшает его изоляционные свойства и способствует уменьшению отложений влаги, что предупреждает поверхностный разряд при подведении высокого напряжения к свече. Уплотнительная прокладка 7 обеспечивает герметизацию цилиндра двигателя.

На двигателях с экранированной системой зажигания применяют неразборные герметизированные экранированные свечи типа СН307 (рис. 48. *в*) со встроенным подавительным резистором 14. Резиновая втулка 18 обеспечивает герметичность внутренней полости экрана 13. Керамические втулки 15 и 17 изолируют проводник 16 и другие токонесущие детали от экрана 13. Экранирующая оплетка 21 про-

водника 16 закреплена на втулке 20 и гайкой 19 поджимается к экрану. На корпус 12 устанавливается уплотнительная прокладка 11, обеспечивающая герметизацию цилиндра двигателя.

Для бесперебойной работы свечи зажигания температура нижней части изолятора должна быть в пределах 673—1173 К (400—900° С), при которой происходит сгорание нагара, отлагающегося на изоляторе свечи (самоочищение свечи). При правильном подборе свечи для данного двигателя на нижней части изолятора образуется налет светлого цвета. Этот налет не вызывает заметной утечки тока и поэтому его не следует удалять с изолятора. Если же температура нижней части изолятора будет ниже 673 К (400° С), то даже при нормальном составе рабочей смеси, нормальном уровне масла в картере двигателя и хорошем состоянии поршневых колец на нижней части изолятора возможно отложение нагара, что вызовет утечку тока, а следовательно, и перебои в работе двигателя. При температуре нижней части изолятора выше 1173 К (900° С) происходит преждевременное воспламенение рабочей смеси от соприкосновения с раскаленным изолятором (наступает калильное зажигание). Температура, до которой изолятор свечи нагревается на двигателе, зависит от конструкции свечи, т. е. от соотношения площади нагрева (нижняя часть изолятора, внутренняя поверхность и торец корпуса, электроды) к площади охлаждения (наружная поверхность корпуса и изолятора). Если свечи имеют малую площадь нагрева и хорошую теплоотдачу, они нагреваются до меньшей температуры. Такие свечи называются «холодными». Свечи с большой площадью нагрева и малой теплоотдачей нагреваются сильнее и называются «горячими».

«Холодные» свечи применяются на быстроходных двигателях с большой степенью сжатия, а «горячие» на тихоходных с меньшей степенью сжатия. От конструкции свечи зажигания зависит калильное число. Калильным числом свечей является отвлеченная величина, пропорциональная среднему индикаторному давлению в цилиндре двигателя, при котором во время испытания на специальной установке с одноцилиндровым двигателем вследствие перегрева изолятора и электродов свечи возникает калильное зажигание рабочей смеси. По ГОСТ 2043—74 установлен определенный ряд калильных чисел: 8, 11, 14, 17, 20, 23 и 26 единиц. Чем больше калильное число, тем «холоднее» свеча зажигания.

Тип свечи по ГОСТ 2043-74	Применяется на двигателе
М8Т А20Д1 А11 А10НТ А17В А17ДВ	ГАЗ-69, ГАЗ-52 «Москвич 2140» ГАЗ-24-01 (со степенью сжатия 6,7), ЗИЛ-130 ГАЗ-53А ГАЗ-24 (со степенью сжатия 8,2) ВАЗ, «Москвич-412»

По ГОСТ 2043—74 свечи маркируются буквами и цифрами (см. табл. 8). Первая буква обозначает данные резьбы ввертной части корпуса: А — резьба М14 × 1,25; М — резьба 18 × 1,5; цифры указывают калильное число 8 или 11 и т. д.; буква, следующая за цифрой, определяет длину ввертной части корпуса: Н — 11 мм, Д — 19 мм (длина 12 мм не обозначается); буква В указывает, что конус нижней части изолятора выступает за торец корпуса; буква Т указывает на герметизацию соединения изолятора с центральным электродом — термоцементом. Герметизацию другими герметиками не обозначают. Например, свеча А11 — резьба М14 × 1,25, калильное число 11 длина ввертной части корпуса 12 мм, тепловой конус не выступает, герметизация нетермоцементная. В свече А11НТ применена герметизация термоцементом (Т). Свеча А17ДВ — резьба М14 × 1,25, калильное число 17, длина ввертной части 19 мм, тепловой конус изолятора выступает за торец корпуса. Кроме этого, в маркировке могут быть указаны исполнение свечи (например: У, ХЛ — для умеренного и холодного климата; Т — тропическое; Э — экспортное) и другие заводские условные обозначения. Примеры применяемости свечей зажигания приведены в табл. 8.

§ 19. ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ КОНТАКТНОЙ СИСТЕМЫ ЗАЖИГАНИЯ

При включенном выключателе 14 (рис. 49) и замкнутых контактах 7 прерывателя в первичной цепи проходит ток низкого напряжения. Цепь тока низкого напряжения (см. рис. 49): плюсовой вывод батареи — амперметр —

выключатель 14 зажигания — дополнительный резистор 13 — первичная обмотка 11 катушки зажигания — зажим 10 прерывателя — рычажок 8 — контакты 7 прерывателя — корпус автомобиля — минусовый вывод батареи.

Ток, проходящий по первичной обмотке катушки зажигания, создает вокруг витков обмотки нарастающий по величине магнитный поток, который, пересекая витки первичной обмотки, индуцирует в них э. д. с. самоиндукции (рис. 50), направленную против тока и, следовательно, замедляющую его нарастание, вследствие чего магнитный поток будет нарастать также относительно медленно, и поэтому в витках вторичной обмотки будет индуцироваться э. д. с. взаимной индукции величиной не более 2000 В.

Прерывание цепи низкого напряжения происходит в момент, когда кулачок 6 (см. рис. 49), набегая выступом на рычажок 8 прерывателя, вызовет размыкание контактов 7. В это время магнитный поток резко уменьшается, пересекая витки первичной и вторичной обмоток, сердечник и наружный магнитопровод. При этом в первичной обмотке 11 будет индуцироваться э. д. с. самоиндукции величиной около 200—300 В. Э. д. с. самоиндукции, индуцируемая в первичной обмотке при размыкании контактов прерывателя, направлена в сторону действия первичного тока и будет стремиться задержать его исчезновение (см. рис. 50). В момент размыкания контактов прерывателя э. д. с. самоиндукции создает между ними искру. Искра замедляет прерывание тока, а следовательно, и замедляет исчезновение магнитного потока, а поэтому индуцируемая э. д. с. во вторичной обмотке будет не более 2 кВ. Кроме того, в результате

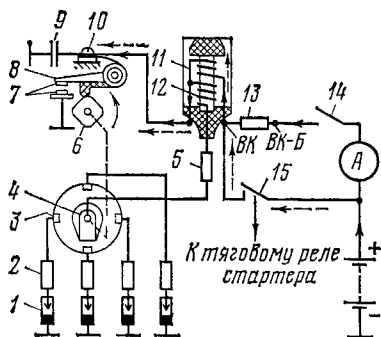


Рис. 49. Схема контактной системы зажигания 4-цилиндрового двигателя:

1 — свечи зажигания; 2 и 5 — подавительные резисторы; 3 — крышка распределителя; 4 — ротор распределителя; 6 — кулачок; 7 — контакты прерывателя; 8 — рычажок прерывателя; 9 — конденсатор; 10 — зажим прерывателя; 11 — первичная обмотка катушки зажигания; 12 — вторичная обмотка; 13 — дополнительный резистор с зажимами ВК и ВК-Б; 14 — выключатель зажигания; 15 — контакты реле включения стартера

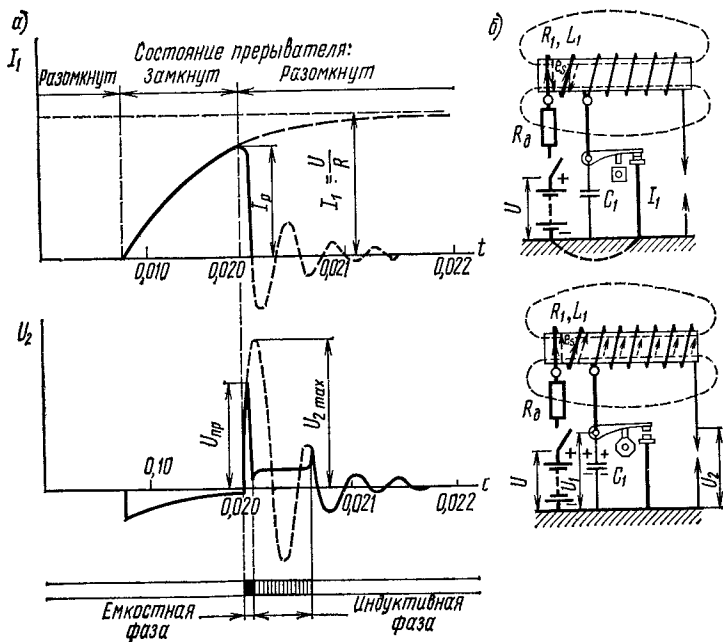


Рис. 50. Процессы, происходящие в обмотках катушки зажигания за один период работы прерывателя:

a — изменение силы тока I_1 в первичной цепи и напряжения U_2 во вторичной цепи при замкнутом и разомкнутом состоянии контактов прерывателя (масштаб времени с момента размыкания контактов прерывателя увеличен в 10 раз); *б* — направление токов и э. д. с. при замыкании и размыкании контактов прерывателя

искрения происходит эрозия контактов прерывателя. Для увеличения скорости прерывания тока в первичной цепи и уменьшения эрозии контактов прерывателя параллельно им подключается конденсатор 9 (см. рис. 49). В начальный момент размыкания контактов конденсатор заряжается, что резко уменьшает искрение между ними. Затем при разомкнутых контактах заряженный конденсатор будет разряжаться через первичную обмотку катушки, создавая импульс тока обратного направления, что ускоряет исчезновение магнитного потока, вследствие чего э. д. с., индуцируемая во вторичной обмотке катушки зажигания, значительно повышается и достигает 17—24 кВ.

Электродвижущая сила, индуцируемая во вторичной обмотке, создает между электродами свечи зажигания искровой разряд, при котором во вторичной цепи появляется ток. Цепь тока высокого напряжения (см. рис. 49): вторичная обмотка 12 катушки зажигания — подавительный резистор 5 — электрод ротора 4 распределителя — электрод крышки 3 — подавительный резистор 2 — центральный электрод свечи 1 зажигания — искровой зазор — боковой электрод — корпус — аккумуляторная батарея — амперметр — выключатель 14 зажигания — дополнительный резистор 13 — первичная обмотка 11 — вторичная обмотка 12.

При пуске двигателя стартером напряжение аккумуляторной батареи снижается, следовательно, уменьшится и сила тока в первичной обмотке катушки зажигания, что приводит к уменьшению величины высокого напряжения.

В момент пуска двигателя контакты 15 реле включения стартера замыкаются и закорачивают дополнительный резистор 13, что снижает сопротивление первичной цепи, а следовательно, сила тока в ней увеличивается.

Цепь тока низкого напряжения в первичной цепи при закороченном резисторе показана на рис. 49 пунктирными стрелками.

Рассмотрим подробнее процесс образования искрового разряда в системе батарейного зажигания. При замыкании контактов прерывателя в первичной обмотке катушки зажигания происходит нарастание тока (см. рис. 50, а) и примерно через 0,02 с после их замыкания сила тока достигает установившегося значения $I_1 = U/R_1$, в контактных системах зажигания не превышающего 4А. При работе двигателя контакты прерывателя находятся в замкнутом состоянии менее 0,02 с, поэтому к моменту размыкания контактов первичной цепи сила тока разрыва достигает величины

$$I_p = \frac{U}{R_1} \left(1 - e^{-\frac{R_1}{L_1} t_a} \right),$$

где U — напряжение в системе электроснабжения;

R_1 — сопротивление первичной цепи;

L_1 — индуктивность первичной обмотки катушки зажигания;

e — основание натурального логарифма;

t_a — время замкнутого состояния контактов.

Время замкнутого состояния контактов определяется по формуле

$$t_a = \frac{\alpha_a}{\alpha_a + \alpha_p} \cdot \frac{120}{n z},$$

где α_a — угол замкнутого состояния контактов;

α_p — угол разомкнутого состояния контактов;

n — частота вращения коленчатого вала двигателя;

z — число цилиндров двигателя.

Сила тока разрыва в первичной цепи зависит от напряжения в системе электроснабжения, сопротивления первичной цепи, индуктивности первичной обмотки катушки зажигания и времени замкнутого состояния контактов.

После размыкания контактов прерывателя первичная цепь, состоящая из конденсатора C_1 , индуктивности L_1 и сопротивления R_1 , представляет собой колебательный контур (см. рис. 50, б). В этом контуре возникает затухающий колебательный разряд конденсатора, и в первичной цепи ток совершит несколько периодов колебаний, создавая переменный магнитный поток. При каждом изменении магнитного потока во вторичной обмотке будет индуцироваться э. д. с., и при отсутствии пробоя искрового промежутка свечи напряжение во вторичной цепи U_2 также совершит несколько затухающих колебаний, так как вторичная обмотка вместе с емкостью вторичной цепи C_2 тоже образует колебательный контур. Максимальное напряжение вторичной цепи определяется по формуле

$$U_{2\max} = I_p \sqrt{\frac{L_1}{C_1 \left(\frac{\omega_1}{\omega_2} \right)^2 + C_2}} \eta,$$

где I_p — сила тока разрыва в первичной цепи;

C_1 — емкость конденсатора первичной цепи;

C_2 — емкость вторичной цепи;

ω_1/ω_2 — коэффициент трансформации катушки зажигания;

L_1 — индуктивность первичной обмотки катушки зажигания;

η — коэффициент, учитывающий уменьшение напряжения за счет тепловых потерь в первичной и вторичной цепях (0,75 — 0,85).

В действительности, как только напряжение во вторичной цепи достигает значения U_{np} (см. рис. 50, а), достаточного для пробоя искрового промежутка между электродами свечи, произойдет электрический разряд. Электрический разряд имеет две фазы: емкостную и индуктивную

(см. рис. 50, а). Емкостная фаза искрового разряда представляет собой разряд энергии, накопленной во вторичной цепи, сопровождающийся резким падением напряжения. Энергия емкостной фазы искрового разряда равна 5—15 МДж. Основная часть энергии (30—60 МДж) выделяется в индуктивной фазе разряда, что способствует нагреву начального объема воспламеняемой смеси. Большая продолжительность индуктивной фазы, благодаря затухающему разряду конденсатора C_1 первичной цепи, способствует поддержанию дуги между электродами свечи зажигания, что благоприятно отражается на работе двигателя, особенно при пуске и на режиме неполных нагрузок.

Влияние параметров первичной и вторичной цепей на величину напряжения во вторичной цепи. Из вышеприведенной формулы видно, что на величину напряжения во вторичной цепи оказывают влияние: сила тока разрыва I_p , индуктивность первичной обмотки L_1 , коэффициент трансформации ω_1/ω_2 , емкость конденсатора в первичной цепи C_1 , емкость вторичной цепи C_2 . На напряжение во вторичной цепи влияет также нагар на изоляторе свечи. Величина максимального напряжения во вторичной цепи прямо пропорциональна силе тока разрыва. Сила тока разрыва при эксплуатации автомобиля зависит от напряжения в системе электроснабжения U , сопротивления первичной цепи R_1 и времени замкнутого состояния контактов t_3 . Сопротивление первичной цепи R_1 увеличивается за счет подгорания контактов прерывателя, что приводит к уменьшению силы тока разрыва I_p и напряжения во вторичной цепи U_2 .

Влияние времени замкнутого состояния контактов на величину напряжения во вторичной цепи. Время замкнутого состояния контактов определяется углом поворота вала прерывателя от момента замыкания до момента размыкания контактов, который зависит от величины зазора между ними. Чем больше зазор между контактами, тем меньше угол их замкнутого состояния и наоборот. При увеличении зазора между контактами уменьшается время замкнутого состояния контактов, следовательно, уменьшаются сила тока разрыва I_p и напряжение во вторичной цепи U_2 . При уменьшении зазора между контактами время из замкнутого состояния увеличивается, однако при малом зазоре увеличивается искрение на контактах, что приводит к снижению напряжения во вторичной цепи. Оптимальная величина зазора между контактами прерывателя 0,30—0,45 мм.

Влияние емкости конденсатора в первичной цепи C_1 на величину напряжения во вторичной цепи. Емкость конденсатора C_1 оказывает существенное влияние на напряжение во вторичной цепи. При повышении емкости конденсатора искрение между контактами будет малым, однако период заряда и разряда конденсатора увеличивается, что замедлит размагничивание сердечника катушки зажигания и уменьшит э. д. с., индуцируемую во вторичной цепи и напряжение U_2 , что может стать причиной перебоев при работе двигателя на большой частоте вращения коленчатого вала двигателя. При очень малой емкости конденсатора между контактами прерывателя будет сильное искрение, что замедляет прерывание тока, а вместе с этим — магнитного потока первичной обмотки, вследствие чего уменьшится индуцируемая э. д. с. во вторичной обмотке, и даже при малой частоте вращения коленчатого вала двигателя между электродами свечи зажигания могут появиться перебои в искрообразовании. Кроме того, увеличатся окисление и эрозия контактов, т. е. перенос металла с одного контакта на другой. Необходимая емкость конденсатора подбирается такой величины, чтобы искрение между контактами прерывателя было наименьшим, а напряжение во вторичной цепи достигало наибольшей величины. В системе батарейного зажигания применяют конденсаторы емкостью 0,17—0,25 мкФ.

Влияние нагара на изоляторе свечи на напряжение, подводимое к электродам свечи зажигания. При работе двигателя на изоляторе свечи происходит отложение нагара, который, являясь проводником, шунтирует зазор между электродами свечи.

В момент размыкания контактов прерывателя магнитный поток первичной обмотки исчезает не мгновенно, следовательно, и индуцируемая э. д. с. во вторичной обмотке не может мгновенно нарастать до максимальной величины. Так как вторичная цепь замыкается через слой нагара (шунтирующий зазор между электродами), то в период индуцирования э. д. с. во вторичной цепи до появления искры между электродами свечи создается ток (ток утечки). Вследствие этого большая часть э. д. с. затрачивается на преодоление сопротивления вторичной обмотки и напряжение, подводимое к электродам свечей, уменьшается. Если сопротивление нагара более 1 МОм, то он не оказывает существенного влияния на напряжение во вторичной цепи. При сопротивлении нагара менее 0,5 МОм ток утечки и вы-

зываемые им потери настолько уменьшают напряжение во вторичной цепи, что оно окажется недостаточным для создания искрового разряда между электродами свечи, и воспламенения рабочей смеси в цилиндре не произойдет.

Наличие зазора между электродом ротора и электродом крышки распределителя предотвращает образование тока утечки при малой величине высокого напряжения, поэтому искровой разряд между электродами свечи зажигания создается при большей величине напряжения и, следовательно, с большей энергией.

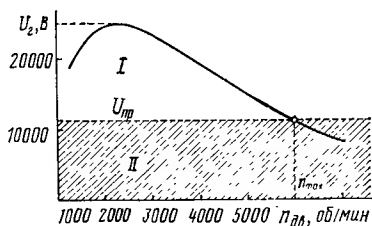
§ 20. ХАРАКТЕРИСТИКА СИСТЕМЫ ЗАЖИГАНИЯ

Характеристикой системы батарейного зажигания называется зависимость максимального напряжения во вторичной цепи от частоты вращения коленчатого вала двигателя. С увеличением частоты вращения коленчатого вала двигателя уменьшается время замкнутого состояния контактов прерывателя t_3 , а следовательно, уменьшаются сила тока разрыва I_p и напряжение во вторичной цепи U_2 . Зависимость изменения напряжения во вторичной цепи от частоты вращения коленчатого вала двигателя показана на рис. 51.

При малой частоте вращения коленчатого вала напряжение во вторичной цепи снижается вследствие сильного искрообразования между контактами прерывателя, которое возрастает с уменьшением скорости размыкания контактов. Пересечение горизонтальной прямой заданного пробивного напряжения $U_{пр}$ с кривой напряжения дает максимальную частоту вращения коленчатого вала, до которой обеспечивается бесперебойное зажигание при данном количестве цилиндров. Из характеристики виден следующий основной недостаток системы батарейного зажигания: снижение

Рис. 51. Зависимость напряжения U_2 во вторичной цепи зажигания от частоты $n_{дв}$ вращения коленчатого вала двигателя:

I, *II* — области бесперебойного и ненадежного (перебойного) зажигания соответственно



напряжения во вторичной цепи с увеличением частоты вращения коленчатого вала.

Следовательно, для того чтобы иметь возможность применять систему батарейного зажигания на современных быстроходных многоцилиндровых двигателях, необходимо улучшить характеристику.

Из формулы

$$U_{2\max} = I_p \sqrt{\frac{L_1}{C_1 (\omega_1 / \omega_1)^2 + c_2}} \quad \eta \text{ видно,}$$

что улучшение характеристики прежде всего можно достичь повышением силы тока разрыва I_p . Силу тока разрыва можно повысить, увеличивая время замкнутого состояния контактов прерывателя при изменении профиля кулачка или уменьшении сопротивления первичной цепи. Для повышения силы тока разрыва на большой частоте в первичную цепь контактной системы зажигания включают дополнительный резистор (см. рис. 49), обладающий большим температурным коэффициентом сопротивления. Резистор изменяет сопротивление первичной цепи в зависимости от силы тока разрыва. Резистор изготавливают из никеля, который обладает свойством значительного увеличения сопротивления при нагреве. При малой частоте вращения из-за большой силы тока разрыва дополнительный резистор нагревается, его сопротивление значительно возрастает, что несколько снижает силу тока в первичной цепи.

При большой частоте вращения сила тока, проходящего через резистор, уменьшается, а следовательно, снижаются нагрев и сопротивление резистора, что приводит к повышению силы тока разрыва и напряжения во вторичной цепи. Таким образом, благодаря резистору с переменным сопротивлением при большой частоте вращения коленчатого вала ток разрыва и напряжение будет выше, чем в системах с постоянным сопротивлением первичной цепи. Увеличения силы тока разрыва выше 4А можно добиться за счет применения в системах зажигания полупроводниковых приборов (транзисторов, тиристоров и др.), которые значительно улучшают характеристику и обеспечивают высокую надежность и долговечность всей системы батарейного зажигания.

Принципиальная схема контактно-транзисторной системы зажигания показана на рис. 52. Особенностью такой схемы является то, что в ней ток разрыва проходит через

эмиттер — коллектор транзистора, а через контакты прерывателя проходит только ток управления транзистором. Следовательно, контакты прерывателя разгружены от тока цепи первичной обмотки катушки зажигания, что ликвидирует окисление и эрозию контактов. При включенном выключателе зажигания 5 и замкнутых контактах прерывателя 1 через переход эмиттер — база транзистора 2 проходит ток управления и транзистор открывается. Через открытый транзистор (переход эмиттер — коллектор) в первичной обмотке катушки зажигания 3 будет проходить ток, сила которого зависит от мощности транзистора и сопротивления первичной цепи. В момент размыкания контактов прерывателя транзистор закроется, ток в первичной обмотке прервется и во вторичной обмотке катушки зажигания будет индуцироваться импульс э. д. с. большой величины, вызывающей искровой разряд между электродами свечи 4 зажигания. Обмотки катушки зажигания не соединены между собой, что исключает воздействие высокого напряжения на транзистор.

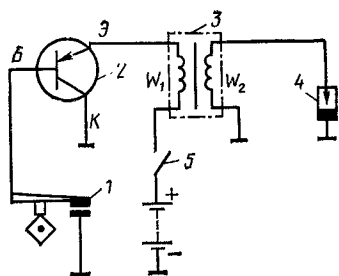
Применение мощных транзисторов позволяет увеличить силу тока разрыва от 7—8 А за счет уменьшения сопротивления и индуктивности первичной цепи, при этом через контакты прерывателя проходит ток не более 0,8 А.

§ 21. КОНТАКТНО-ТРАНЗИСТОРНАЯ СИСТЕМА ЗАЖИГАНИЯ

Контактно-транзисторная система зажигания включает в себя комплект приборов, который состоит из транзисторного коммутатора ТК102 (см. рис. 55), катушки зажигания Б114, дополнительного резистора СЭ107, прерывателя-распределителя и проводов для подключения этих приборов. Комплект приборов работает с прерывателем-распределителем и свечами зажигания любого двигателя, но наибольшую эффективность имеет для шести- и восьмицилиндровых двигателей.

На прерывателях-распределителях (Р4Д, Р13Д, Р133, Р137 и др.), работающих в контактно-транзисторной системе зажигания, не устанавливают конденсатор.

Катушка зажигания Б114 в отличие от катушки Б115 имеет следующие конструктивные особенности. Первичная обмотка имеет меньшее число витков и наматывается проводом большого диаметра (см. табл. 6), что уменьшает со-



52. Принципиальная схема контактно-транзисторной системы зажигания:

1 — прерыватель; 2 — транзистор;
3 — катушка зажигания; 4 — свеча зажигания;
5 — выключатель зажигания

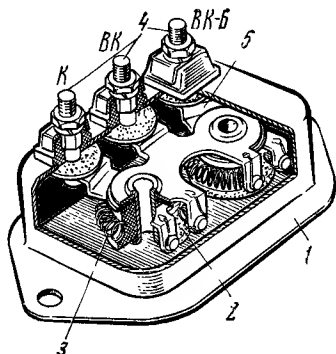


Рис. 53. Дополнительный резистор СЭ107:

1 — корпус; 2 — изолятор;
3 — спираль; 4 — зажимы;
5 — пластина

противление и индуктивность. Концы первичной обмотки соединены с зажимом К крышки и зажимом без обозначения. Увеличено число витков вторичной обмотки. Один конец вторичной обмотки соединен с центральным выводом крышки, а второй соединен с корпусом катушки.

Дополнительный резистор СЭ107 (рис. 53). В металлическом корпусе 1 на двух фарфоровых изоляторах 2 закреплены две спирали 3 резисторов сопротивлением по 0,5 Ом каждый, выполненные из константовой проволоки, что предотвращает увеличение сопротивления цепи при нагреве.

Концы резисторов приварены к контактным пластинам 5, которые соединяются с изолированными от коробки зажимами 4. Зажимы обозначены буквами К, ВК и ВК — Б.

Транзисторный коммутатор ТК102 (рис. 54). В корпусе коммутатора установлены транзистор 6 типа ГТ701А с допустимым напряжением между эмиттером и коллектором 100 В и допустимой силой тока коллектора 12 А, германиевый диод Д1 типа Д220, кремниевый стабилитрон Д2 типа Д817В, резистор R сопротивлением 27 Ом, конденсатор С1, емкостью 1 мкФ, электролитический конденсатор С2 емкостью 50 мкФ и импульсный трансформатор ИТ. Трансформатор ИТ состоит из сердечника 3, первичной 5 и вторичной

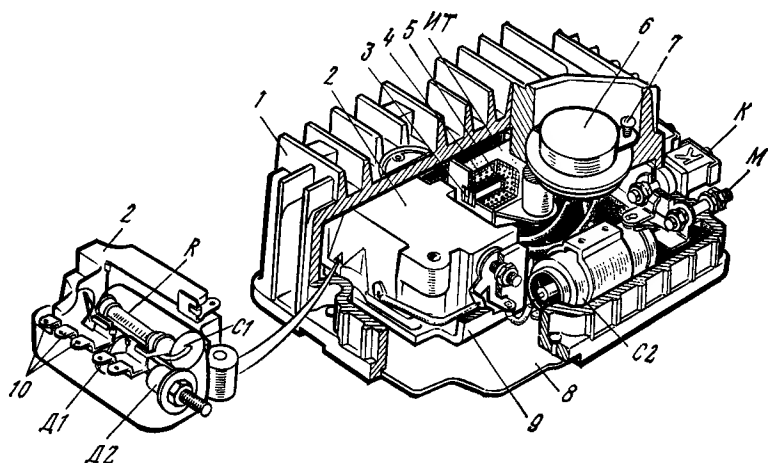


Рис. 54 Транзисторный коммутатор ТК102:

1 — корпус; 2 — блок защиты; 3 — сердечник; 4 — вторичная обмотка; 5 — первичная обмотка; 6 — транзистор; 7 — винт; 8 — крышка; 9 — теплопровод; 10 — зажимы

4 обмоток Для отвода тепла от транзистора 6 его устанавливают в горловину цинкового корпуса 1 и закрепляют винтами 7. Блок 2 защиты транзистора состоит из диода Д1, стабилитрона Д2 с теплоотводом 9, резистора R и конденсатора C1. Все приборы блока защиты залиты эпоксидной смолой. К зажимам 10 блока подключаются проводники от других приборов коммутатора. Германиевый транзистор работоспособен при температуре не выше 65°C , поэтому транзисторный коммутатор устанавливают в кабине водителя.

Транзисторный коммутатор имеет четыре зажима (Р, К, М и один зажим без обозначения). При установке коммутатора зажим М надежно соединяется с корпусом автомобиля неизолированным проводником, установленным под винт крепления коммутатора. Крышка 8 крепится к корпусу 1 заклепками.

Схема контактно-транзисторной системы зажигания приведена на рис. 55.

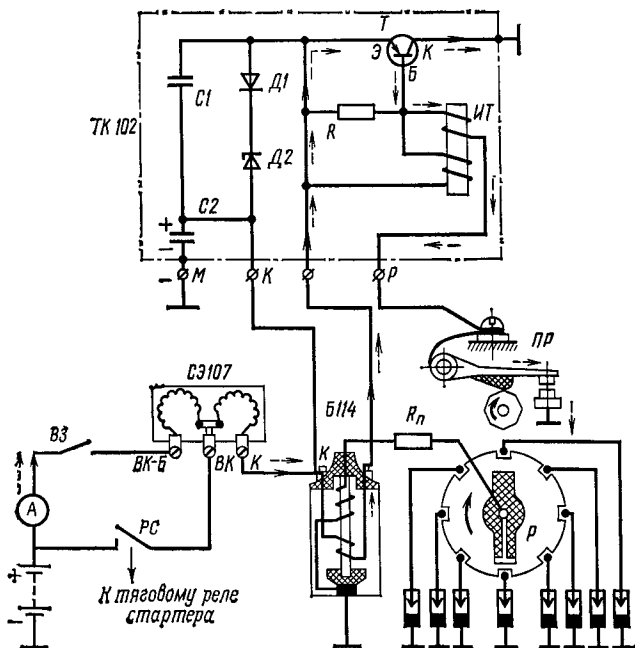


Рис. 55. Схема контактно-транзисторной системы зажигания:

Т — транзистор ГТ701А; Д1 — диод Д220; Д2 — стабилитрон Д817В; С1 — конденсатор 1 мкФ; С2 — конденсатор 50 мкФ; R — резистор 27 Ом; ИТ — импульсный трансформатор; ПР — прерыватель; Р — распределитель; Б114 — катушка зажигания; СЭ107 — резисторы; ВЗ — выключатель зажигания и стартера; РС — реле стартера

Принцип действия контактно-транзисторной системы зажигания заключается в следующем. При включенном выключателе ВЗ зажигания в момент замыкания контактов прерывателя ПР через переход эмиттер — база транзистора будет проходить ток управления (на рис. 55 показано пунктирными стрелками): плюсовой вывод батареи — амперметр — выключатель зажигания ВЗ — дополнительные резисторы СЭ107 — первичная обмотка катушки зажигания — безымянный зажим транзисторного коммутатора — переход эмиттер — база транзистора — первичная обмотка импульсного трансформатора ИТ — контакты прерывателя ПР — корпус — минусовой вывод аккумуляторной батареи.

Сила тока управления транзистора не превышает 0,8 А. С увеличением частоты вращения кулачка прерывателя. вследствие уменьшения времени замкнутого состояния контактов сила тока в цепи управления транзистора уменьшается до 0,3 А. Вследствие прохождения тока управления через переход между базой и эмиттером транзистора происходит резкое снижение сопротивления переходов эмиттер — коллектор транзистора с нескольких сотен до нескольких долей ом, и он открывается, включая цепь тока низкого напряжения.

Цепь тока низкого напряжения: плюсовой вывод аккумуляторной батареи — амперметр — выключатель зажигания — дополнительные резисторы — первичная обмотка катушки зажигания — переход эмиттер — коллектор транзистора — корпус — минусовой вывод батареи. Сила тока в первичной цепи при открытом транзисторе достигает 8 А при неработающем двигателе и снижается до 3 А при увеличении частоты вращения коленчатого вала двигателя.

При пуске двигателя стартером контакты реле РС включения стартера замыкаются и первичная обмотка катушки зажигания подключается к аккумуляторной батарее помимо резистора (левого по схеме). Произойдет увеличение силы тока в первичной цепи, а вместе с этим увеличится напряжение во вторичной цепи зажигания. Размыкание контактов прерывателя сопровождается прерыванием тока управления, что вызывает резкое повышение сопротивления транзистора и он, закрываясь, выключает цепь тока первичной цепи зажигания. Благодаря резкому запираению транзистора во вторичной обмотке катушки индуктируется э. д. с. от 17 до 30 кВ. Цепь тока высокого напряжения: вторичная обмотка катушки — распределитель — свеча зажигания — корпус — вторичная обмотка.

В первичной обмотке катушки индуктируется э. д. с. самоиндукции до 100 В, вызывающая заряд конденсатора С1, что снижает потерю мощности в транзисторе в период его запираения, а следовательно, уменьшается его нагрев.

В дальнейшем при разомкнутых контактах прерывателя конденсатор разряжается через первичную обмотку катушки и в этом контуре создается затухающий колебательный разряд, как и в контактной системе зажигания. В момент прерывания тока управления в первичной и во вторичной обмотках импульсного трансформатора индуктируется э. д. с. Импульс э. д. с. вторичной обмотки трансформатора дейст-

вует на переход эмиттер — база транзистора в направлении, противоположном току управления, вследствие чего ускоряется запираание транзистора за время 3—5 мкс, а поэтому ускоряется прерывание тока в первичной обмотке катушки зажигания. Энергия вторичной обмотки трансформатора расходуется на нагрев резистора R. Резистор увеличивает длительность действия запирающего импульса.

Для предотвращения перегрева и пробоя транзистора при увеличении э. д. с. самоиндукции первичной обмотки, что имеет место на малой частоте вращения коленчатого вала двигателя или обрыве в цепи высокого напряжения, параллельно цепочке конденсатора C1 включена цепочка, состоящая из диода D1 и стабилитрона D2. Диод D1 препятствует прохождению тока от аккумуляторной батареи через стабилитрон D2, минуя первичную обмотку катушки зажигания. При увеличении э. д. с. самоиндукции первичной обмотки катушки зажигания выше 80 В (напряжение стабилизации) стабилитрон пропускает через себя ток самоиндукции, шунтируя тем самым первичную обмотку катушки зажигания. Благодаря прохождению тока самоиндукции через цепочку, состоящую из диода D1 и стабилитрона D2, напряжение на зажимах первичной обмотки снижается, что предотвращает перегрев и пробой транзистора. При уменьшении э. д. с. самоиндукции ниже 80 В стабилитрон не проводит через себя ток и э. д. с. самоиндукции расходуется на заряд конденсатора C1. Электролитический конденсатор C2 включен параллельно генератору и защищает транзистор от импульсных перенапряжений, возникающих в цепи генератор — аккумуляторная батарея. При импульсе напряжения генератора конденсатор C2 будет заряжаться, что уменьшит напряжение, а следовательно, и импульс силы тока в цепи транзистора, тем самым предотвращая перегрев и последующий пробой транзистора.

В контактно-транзисторной системе зажигания контакты прерывателя разгружены от тока цепи первичной обмотки катушки зажигания, что предотвращает эрозию контактов. Кроме того, устранение подгорания контактов прерывателя предотвращает изменение зазора между ними, а следовательно и регулировку угла опережения зажигания при эксплуатации автомобиля. Напряжение во вторичной цепи повышается не менее чем на 25% по сравнению с классической системой зажигания, что приводит к увеличению энергии искрового разряда. Повышение энергии

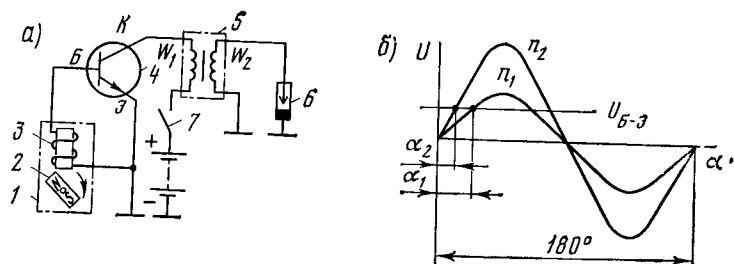


Рис. 56. Бесконтактная система зажигания:

а — принципиальная схема;
 1 — датчик; 2 — магнит; 3 — обмотка; 4 — транзистор; 5 — катушка зажигания; 6 — свеча зажигания; 7 — выключатель зажигания; б — зависимость напряжения U от угла α поворота магнита при различных частотах вращения; n_1 и n_2 — минимальная и максимальная частоты вращения коленчатого вала; $U_{Б-Э}$ — уровень напряжения, при котором транзистор полностью открыт

искрового разряда способствует более полному сгоранию даже обедненной рабочей смеси. Облегчается пуск двигателя и улучшается приемистость и экономичность двигателя (расход топлива снижается до 2%). Однако малая сила тока в цепи управления транзистора (0,3—0,8 А) предъявляет особые требования к чистоте поверхности контактов прерывателя. При незначительном увеличении сопротивления контактов прерывателя из-за окисления, загрязнения, замасливания и т. п. сила тока управления транзистором снижается, транзистор не открывается и двигатель не запускается.

Повышение надежности и долговечности системы зажигания можно достичь заменой механического прерывателя датчиком импульсов э. д. с.

Принципиальная схема бесконтактной системы зажигания с магнитоэлектрическим датчиком показана на рис. 56. Датчик 1 состоит из постоянного магнита 2 и обмотки 3. При вращении магнита 2 в обмотке 3 датчика индуцируется переменная э. д. с. При положительном значении напряжения U появляется ток управления транзистором: обмотка датчика — переход база — эмиттер — обмотка датчика. Транзистор открывается и тогда от аккумуляторной батареи через первичную обмотку катушки зажигания и переход коллектор — эмиттер транзистора будет проходить ток. При отрицательном значении напряжения U транзистор закрывается, ток в первичной обмотке прерывается и во вторичной обмотке индуцируется э. д. с. большой величины.

Таким образом, за один оборот магнита датчика в обмотке 3 индуцируется один положительный и один отрицательный импульсы э. д. с. и транзистор 1 раз откроется и 1 раз закроется, т. е. в катушке зажигания создается один импульс высокого напряжения. Для многоцилиндрового двигателя число пар полюсов магнита датчика должно соответствовать числу цилиндров двигателя. Недостатком магнитоэлектрического датчика является увеличение амплитуды импульса э. д. с. при увеличении частоты вращения, что приводит к более раннему открытию транзистора, так как э. д. с. датчика при большей частоте вращения достигает значения необходимого для открытия транзистора при меньшем угле α поворота магнита (см. рис. 56, б), в результате чего при работе транзисторного коммутатора (см. рис. 59) происходит ненужное увеличение угла опережения зажигания.

§ 22. БЕСКОНТАКТНАЯ ТРАНЗИСТОРНАЯ СИСТЕМА ЗАЖИГАНИЯ

На современных двигателях применяется унифицированная бесконтактная система зажигания, которая включает в себя 4-, 6- или 8-искровой датчик-распределитель (см. рис. 59), катушку зажигания Б116, дополнительный резистор типа СЭ107 и транзисторный коммутатор ТК108-10 или 13.3734. Датчики-распределители для 4-, 6- и 8-цилиндровых двигателей различных типов отличаются в основном числом пар полюсов магнита, габаритными размерами и характеристиками центробежного и вакуумного регуляторов опережения зажигания. Датчики-распределители изготавливаются на базе прерывателей-распределителей, в которых прерыватель заменен генератором импульсов э. д. с.

Рассмотрим устройство датчика-распределителя на примере Р142-10, применяемого на двигателях автомобиля «Москвич-2140». В корпусе 1 (рис. 57) на подшипнике 3 установлен статор 4 датчика генератора импульсов. Ротор 5 напрессован на латунную втулку 6. Латунная втулка 6 своей поводковой пластиной связана с центробежным регулятором 2 опережения зажигания. Статор состоит из обмотки 14 и двух стальных пластин 13 и 15. Один конец обмотки соединяется с корпусом 1, а второй с зажимом 9 датчика-распределителя. Статор крепится двумя винтами к подвижной пластине 16, которая установлена на шариковом подшипнике 3 в неподвижной пластине 18. Неподвижная пластина 18 винтами

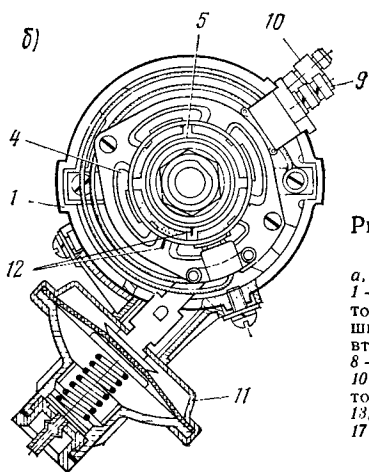
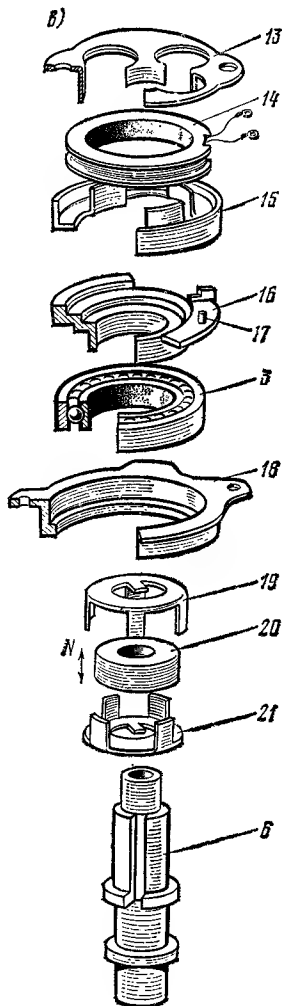
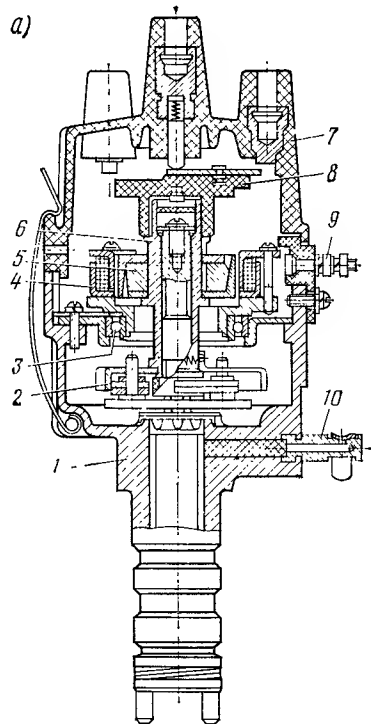


Рис. 57. Датчик-распределитель Р142-10:

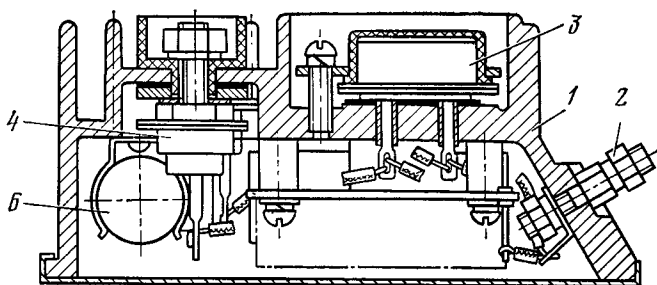
а, б — общий вид; в — статор и ротор;
1 — корпус; 2 — центробежный регулятор опережения зажигания; 3 — подшипник; 4 — статор; 5 — ротор; 6 — втулка; 7 — крышка распределителя; 8 — ротор распределителя; 9 — зажим; 10 — масленка; 11 — вакуумный регулятор опережения зажигания; 12 — метки; 13, 15, 16, 18 — пластины; 14 — обмотка; 17 — шип; 19 и 21 — полюсные наконечники; 20 — кольцевой магнит

Показатели	Тип датчика-распределителя			
	Р-142-10	19.3706	20.3706-10	24.3706-10
Установлен на автомобиле	«Москвич»	«Волга» УАЗ, ЗАЗ	ГАЗ-53-11, ГАЗ-66-06	ЗИЛ-130, ЛАЗ, ЛиАЗ
Число пар полюсов ротора и статора	4		8	
Регулировка опережения зажигания по ротору датчика:				
октан-корректор, град	± 12		± 10	± 12
центробежный регулятор, °				
об/мин	0—15,3	0—19,0	0—15,5	0—19,0
вакуумный регулятор, °	500—2800	300—1950	200—1500	200—1400
	0—7,5	0—9,5	0—10,0	0—10,0
кПа (мм. рт. ст.)	16—27 (120—200)	15—27 (110—200)	13—37 (100—280)	11—32 (80—250)
Максимальная частота вращения ротора при бесперебойном искрообразовании	3000		1650	2000

крепится к корпусу 1 датчика-распределителя. На шип 17 подвижной пластины 16 устанавливается тяга вакуумного регулятора 11 опережения зажигания.

Ротор состоит из кольцевого постоянного магнита 20 и двух клювообразных стальных наконечников 19 и 21, расположенных по обоим торцам магнита. Один наконечник будет иметь северный полюс, а другой — южный. Зубцы наконечника с северным полюсом входят в пространство между зубцами наконечниками с южным полюсом. Для правильной установки полюсных наконечников 19 и 21 на втулку 6 в каждом наконечнике имеется шип, а во втулке 6 паз. Для установки зажигания на роторе и статоре нанесены метки 12, которые совмещаются при положении поршня первого цилиндра двигателя в в. м. т., в кон-

а)



б)

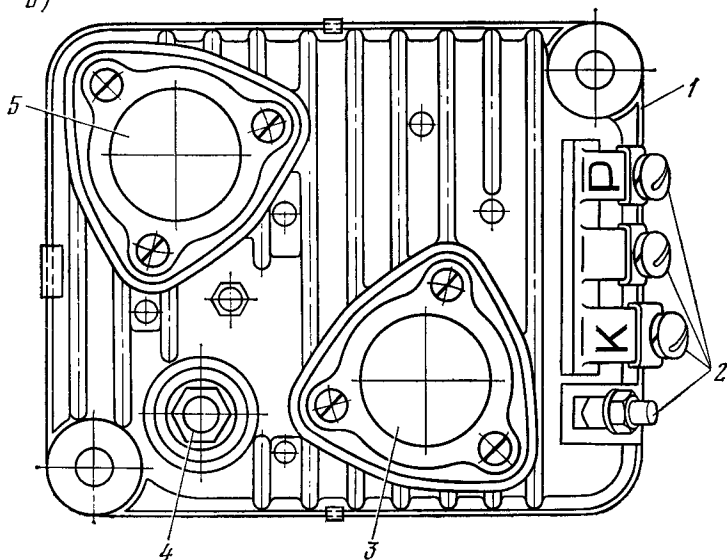


Рис. 58. Транзисторный коммутатор ТК108-10:

а — разрез; б — вид сверху;

1 — корпус; 2 — зажимы; 3 и 5 — транзисторы; 4 — диод; 6 — конденсатор

це такта сжатия. Датчики-распределители для 6- и 8-цилиндровых двигателей конструктивно отличаются только числом пар полюсов ротора и статора.

В датчике-распределителе 19.3706 для автомобилей «Волга», УАЗ и других центробежный регулятор опережения зажигания устанавливается на бронзовой втулке 6

выше ротора и статора датчика, что уменьшает износ подшипников и облегчает регулировку центробежного регулятора опережения зажигания. Основные данные датчиков-распределителей приведены в табл. 9.

Катушка зажигания Б116 отличается от катушки зажигания Б114 контактно-транзисторной системы зажигания только обмоточными данными (см. табл. 6).

Дополнительный резистор СЭ107 для различных типов двигателей может отличаться только величинами сопротивлений резисторов.

Транзисторный коммутатор ТК108-10 (рис. 58) состоит из алюминиевого оребренного корпуса 1, в горловинах которого установлены два транзистора 3 и 5 и диод 4. Остальные приборы и элементы схемы смонтированы на печатной плате, закрепленной внутри корпуса.

Коммутатор имеет четыре зажима: болт для соединения коммутатора с корпусом автомобиля, зажимы К, Р и один зажим без обозначения. Схема коммутатора представлена на рис. 59. На базе коммутатора ТК108-10 изготавливается коммутатор 13.3734, который имеет аналогичную схему и взаимозаменяем с коммутатором ТК108-10.

Принцип действия бесконтактной транзисторной системы зажигания заключается в следующем. На рис. 59 приведена схема системы зажигания с транзисторным коммутатором ТК108-10. В этой системе цепь тока первичной обмотки катушки зажигания Б116 прерывается составным транзистором ТЗ — Т4. Транзисторы Т1, Т2 усиливают сигнал датчика, так как его мощности недостаточно для управления составным транзистором ТЗ — Т4. (Работа составного транзистора описана в разделе «Интегральные регуляторы напряжения»). Диод Д1 выпрямляет напряжение датчика и на переход база — эмиттер входного транзистора Т1 будут подаваться импульсы только положительного направления. При увеличении частоты вращения ротора датчика э. д. с. в обмотке датчика достигает уровня напряжения $U_{0-в}$ (при котором открывается транзистор Т1) (см. рис. 56, б) при меньшем угле поворота магнита. Следовательно, транзистор Т1 будет раньше открываться, что вызовет более раннее закрытие транзисторов ТЗ — Т4, а поэтому создается нежелательное увеличение угла опережения зажигания. Для устранения этого недостатка в цепь базы транзистора Т1 включен резистор R1 и конденсатор С2. Диод Д2, шунтируя переход эмиттер — база транзис-

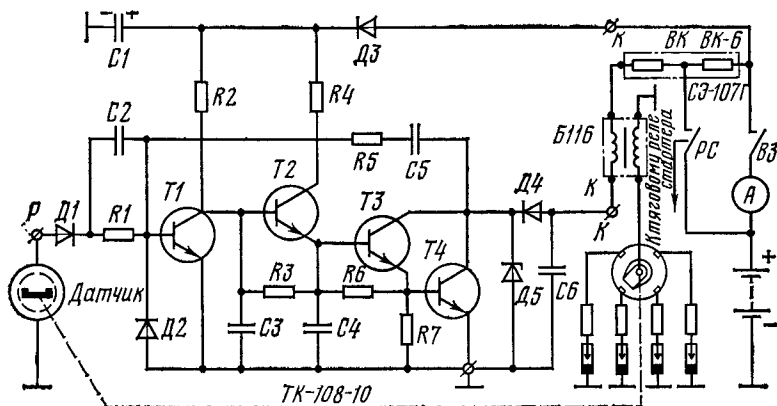


Рис. 59. Схема бесконтактной транзисторной системы зажигания:

$T1, T2$ — транзисторы КТ630-В; $T3$ — транзистор КТ809А; $T4$ — транзистор КТ808-А; $D1, D2$ — диоды КД102В; $D3$ — КД105Б; $D4$ — Д245А; $D5$ — стабилизатор КС650А; резисторы: $R1$ — 47 кОм; $R2$ и $R3$ — 560 Ом; $R4$ — 62 Ом; $R5$ — 130 кОм; $R6$ — 56 Ом; $R7$ — 100 Ом; конденсаторы: $C1$ — 50 мкФ; $C2$ — 10 мкФ; $C3$ и $C4$ — 0,047 мкФ; $C5$ — 0,22 мкФ; $C6$ — 0,47 мкФ; P, K — зажимы коммутатора; $K, BK, BK-B$ — зажимы доводильного резистора СЭ-107Г; Б116 — катушка зажигания; РС — реле стартера; ВЗ — выключатель зажигания

тора $T1$, предотвращает прохождение импульса тока от датчика помимо база — эмиттер транзистора $T1$. Резисторы $R2$ и $R4$ являются коллекторной нагрузкой соответственно транзисторов $T1$ и $T2$. Коллекторной нагрузкой составного транзистора $T3$ — $T4$ является первичная обмотка катушки зажигания.

При включенном зажигании и неподвижном роторе датчика транзистор $T1$ закрыт, так как его база и эмиттер имеют одинаковый отрицательный потенциал. Если транзистор $T1$ закрыт, то по цепочке, состоящей из диода $D3$ и резисторов $R2, R3, R6$ и $R7$, проходит ток, создающий на резисторах $R3, R6$ и $R7$ падение напряжения. Потенциал базы транзистора $T2$ будет выше потенциала эмиттера на величину падения напряжения на резисторе $R3$, а поэтому через переход база — эмиттер транзистора $T2$ проходит ток управления: плюсовой вывод аккумуляторной батареи — выключатель зажигания ВЗ — зажим коммутатора — диод $D3$ — резистор $R2$ — переход база — эмиттер транзистора $T2$ — резисторы $R6, R7$ — корпус — минусовый

вывод аккумуляторной батареи. Транзистор $T2$ открывается и через его переход коллектор — эмиттер будет проходить ток управления составного транзистора $T3 — T4$, что приводит к открытию составного транзистора $T3 — T4$. Через переход коллектор — эмиттер транзистора $T4$ проходит ток в цепи первичной обмотки катушки зажигания. Цепь тока: плюсовой вывод батареи — выключатель $B3$ — резистор $CЭ107Г$ — первичная обмотка катушки — зажим K катушки зажигания — зажим K коммутатора — диод $D4$ — переход коллектор — эмиттер транзистора $T4$, а также через переход коллектор — эмиттер транзистора $T3$ — корпус — минусовый вывод батареи. Ток, проходя по первичной обмотке катушки зажигания, создает магнитный поток.

При вращении ротора датчика в обмотке статора индуцируется э. д. с. переменная по величине и направлению действия. При положительном импульсе э. д. с. появляется ток управления в цепи транзистора $T1$: обмотка датчика — зажим P коммутатора — диод $D1$ — резистор $R1$ — переход база — эмиттер транзистора $T1$ — корпус — обмотка датчика. При прохождении тока управления транзистор $T1$ открывается. Открытый транзистор $T1$ шунтирует переход база — эмиттер транзистора $T2$, что вызывает закрытие транзистора $T2$; а затем и закрытие составного транзистора $T3 — T4$. В момент закрытия составного транзистора $T3 — T4$ резко уменьшается сила тока в первичной обмотке катушки зажигания, а следовательно, уменьшается и магнитный поток, который, пересекая витки вторичной обмотки, индуцирует в них импульс э. д. с. величиной до 30 кВ. Импульс э. д. с. создает ток высокого напряжения, вызывающий образование искры между электродами свечей зажигания. Исчезающий магнитный поток пересекает витки первичной обмотки катушки зажигания, индуцируя в них э. д. с. самоиндукции до 200В, которая может пробить транзисторы.

Стабилитрон $D5$, включенный параллельно составному транзистору $T3 — T4$, защищает его от пробоя. При напряжении более 80В ток самоиндукции проходит через стабилитрон. Под действием э. д. с. самоиндукции заряжается конденсатор $C6$. В контуре, состоящем из индуктивности первичной обмотки катушки зажигания и конденсатора $C6$, возникают затухающие колебания, аналогично контактной системе зажигания. В результате между электродами свечи

зажигания будет создаваться многоискровый разряд. Через диод $D4$ положительный полупериод э. д. с. самоиндукции по цепочке обратной связи, состоящей из резистора $R5$ и конденсатора $C5$, действует на базу транзистора $T1$, ускоряя его отпирание, а поэтому ускоряется закрытие составного транзистора $T3 - T4$. При отрицательном импульсе э. д. с. датчика транзистор $T1$ закрывается, а транзисторы $T2$ $T3 - T4$ открываются, включая цепь тока первичной обмотки катушки зажигания.

Конденсаторы $C3$ и $C4$ препятствуют проникновению импульсных помех на базы транзисторов $T2$, $T3 - T4$, что предотвращает несвоевременное открытие их. Конденсатор $C1$ включен параллельно источникам тока и, выполняя роль фильтра, сглаживает пульсацию напряжения в цепи генератор — аккумуляторная батарея, предотвращая несвоевременное открытие транзистора $T1$. Диод $D3$ защищает коммутатор от разрушения при неправильном подключении зажимов аккумуляторной батареи к бортовой сети автомобиля (когда на корпус автомобиля подключают плюсовой вывод аккумуляторной батареи).

§ 23. РЕГУЛИРОВАНИЕ УГЛА ОПЕРЕЖЕНИЯ ЗАЖИГАНИЯ

Углом опережения зажигания называется угол поворота кривошипа коленчатого вала из положения, соответствующего появлению искры между электродами свечи зажигания, до положения, при котором поршень находится в верхней мертвой точке (в. м. т.). При работе двигателя сгорание рабочей смеси должно заканчиваться при повороте кривошипа на $10-15^\circ$ после в. м. т. в начале рабочего хода. При таком сгорании смеси двигатель имеет наибольшую мощность и экономичность. Рабочая смесь в цилиндре двигателя сгорает в течение нескольких тысячных долей секунды. Поэтому для получения максимальной мощности и экономичности двигателя необходимо зажигать рабочую смесь несколько раньше подхода поршня к в. м. т. в конце такта сжатия т. е. искровой разряд между электродами свечи должен происходить с определенным опережением.

Если же образование искры между электродами свечи будет происходить слишком рано, т. е. угол опережения зажигания будет слишком большим, возникает резкое нарастание давления газов до прихода поршня в в. м. т., что

будет значительно препятствовать движению поршня. В результате уменьшатся мощность и экономичность двигателя, ухудшится его приемистость; работа двигателя под нагрузкой будет сопровождаться стуками и повышенным нагревом, а при малой частоте вращения коленчатого вала (в режиме холостого хода) двигатель будет работать неустойчиво.

При зажигании рабочей смеси в в. м. т. или более позднем зажигании горение смеси будет происходить при увеличивающемся объеме. При этом давление газов в цилиндре будет значительно ниже, чем при нормальном зажигании, а поэтому мощность и экономичность двигателя понизятся. В этом случае догорание смеси в цилиндре будет происходить на всем протяжении такта расширения, что вызовет перегрев двигателя. С увеличением частоты вращения коленчатого вала двигателя уменьшается время, приходящееся на каждый такт рабочего цикла, и поэтому для обеспечения своевременного сгорания рабочей смеси необходимо угол опережения зажигания увеличивать, а при уменьшении частоты вращения коленчатого вала уменьшать. Эту работу выполняет центробежный регулятор опережения зажигания.

С увеличением нагрузки наполнение цилиндров горючей смесью увеличивается, поскольку увеличивается открытие дроссельной заслонки карбюратора, а процентное содержание остаточных газов в рабочей смеси уменьшается, что способствует увеличению скорости сгорания смеси. Следовательно, опережение зажигания необходимо уменьшать и наоборот, при снижении нагрузки (прикрытии дроссельной заслонки) вследствие уменьшения наполнения цилиндров горючей смесью и увеличения процентного содержания остаточных газов в цилиндре рабочая смесь будет гореть медленнее, что требует увеличения угла опережения зажигания. Автоматическое изменение угла опережения зажигания в зависимости от изменения нагрузки двигателя выполняет вакуумный регулятор опережения зажигания. Таким образом, угол опережения зажигания должен увеличиваться с повышением частоты вращения коленчатого вала двигателя и уменьшением нагрузки двигателя и уменьшаться при понижении частоты вращения коленчатого вала двигателя и увеличении нагрузки. При установке зажигания и после каждой регулировки зазора между контактами прерывателя, а также при применении топлива с другим октановым числом угол опережения зажигания должен изменяться (корректироваться) при помощи октан — корректора.

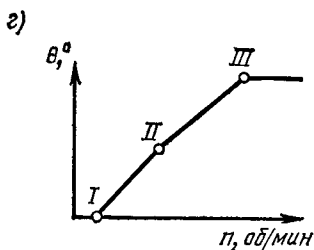
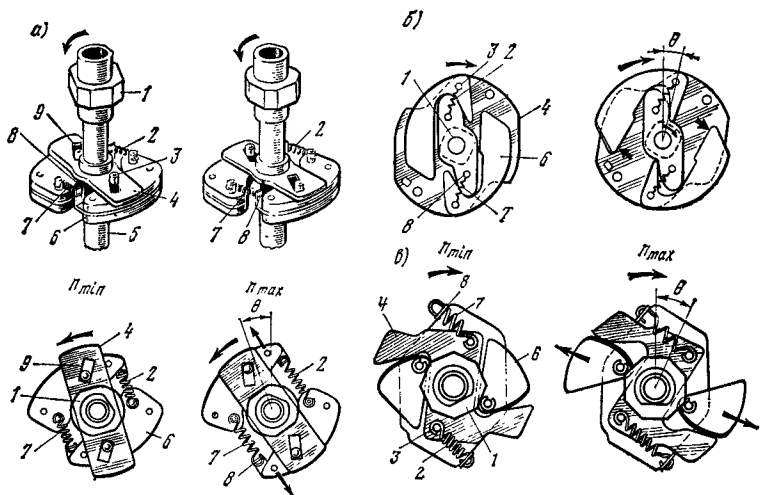


Рис. 60. Схема работы центробежных регуляторов опережения зажигания прерывателей-распределителей:

а — Р119-Б; б — Р125; в — Р133 и Р137; г — характеристика регулятора; 1 — кулачок; 2, 7 — пружины; 3 — штифт; 4 — поводковая пластина кулачка; 5 — валик; 6 — грузик; 8 — стойка подвески пружины; 9 — прорезь

Корректируют угол опережения зажигания и в следующих случаях: при уменьшении компрессии в цилиндрах; работе автомобиля в горных условиях; перегреве двигателя, вызванном отложением накипи на стенках рубашки и приборов охлаждения; изменения влажности воздуха.

Работа центробежного регулятора опережения зажигания. При небольшой частоте вращения центробежные силы грузиков 6 (рис. 60) незначительны и не могут преодолеть натяжение пружины 7 малой жесткости, поэтому регулятор начнет работать только при определенной частоте вращения (см. рис. 60, г, точка I и табл. 7). По мере увеличения частоты вращения грузики 6 под действием центробежных сил расходятся и через пластину 4 поворачивают кулачок 1 в сторону вращения вала. В результате углового перемещения кулачка относительно вала 5 размыкание контактов

прерывателя происходит раньше и угол опережения зажигания увеличивается. Пружина 2 большой жесткости начнет действовать только в момент выбора люфта между ушками пружины и деталями ее крепления (см. рис. 60, *г*, точка *II*), что может быть только при увеличении частоты вращения грузов. При полном расхождении грузов угол опережения зажигания больше возрастать не будет (см. рис. 60, *г*, точка *III*). При уменьшении частоты вращения пружины возвращают грузики, а следовательно, и кулачок в прежнее положение и угол опережения зажигания уменьшается.

В датчике-распределителе Р142-10 с увеличением частоты вращения центробежный регулятор поворачивает ротор датчика в сторону вращения, поэтому управляющий импульс э. д. с., индуктируемый в обмотке статора, будет раньше подаваться на транзисторный коммутатор, что вызовет увеличение угла опережения зажигания. Характеристики центробежных регуляторов опережения зажигания приведены в табл. 7 и 9.

Работа вакуумного регулятора опережения зажигания. При большой нагрузке двигателя дроссельная заслонка

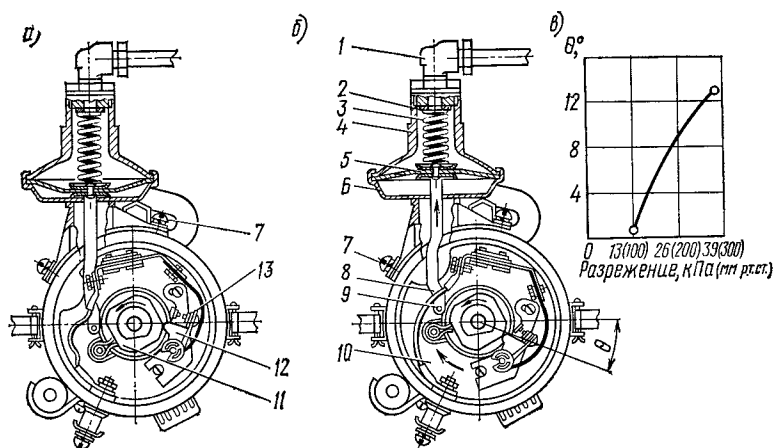


Рис. 61. Схема работы вакуумного регулятора опережения зажигания и его характеристика:

а — при малом разрежении в карбюраторе; *б* — при большом разрежении в карбюраторе; *в* — характеристика регулятора;
 1 — штуцер трубки от карбюратора; 2 — регулировочная шайба; 3 — пружина; 4 — крышка; 5 — диафрагма; 6 — корпус; 7 — винт; 8 — тяга; 9 — шип подвижной пластины прерывателя; 10 — подвижная пластина; 11 — кулачок; 12 — рычажок прерывателя; 13 — контакты прерывателя

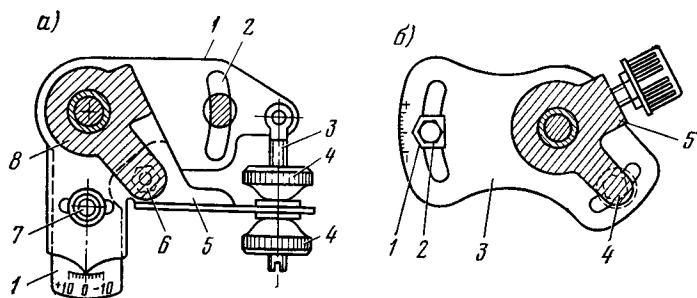


Рис. 62. Октан-корректор прерывателей-распределителей:
а — Р133 и Р137; б — Р119-Б

карбюратора открыта почти полностью, а поэтому разрежение в смесительной камере карбюратора и в соединенной с ней полости крышки 4 (рис. 61) регулятора мало, и пружина 3 удерживает диафрагму 5, а следовательно, тягу 8 и пластину 10 прерывателя в положении, соответствующем позднему зажиганию. По мере уменьшения нагрузки двигателя дроссельная заслонка карбюратора прикрывается, поэтому разрежение в полости крышки 4 регулятора будет увеличиваться, а в полости корпуса 6 давление всегда равно атмосферному. В результате разности давлений диафрагма будет прогибаться в сторону пружины, сжимая ее, и одновременно через тягу 8 поворачивать подвижную пластину 10 прерывателя навстречу вращению кулачка, что и увеличит угол опережения зажигания.

При работе двигателя без нагрузки на минимальной частоте вращения коленчатого вала дроссельная заслонка карбюратора прикрыта, а поэтому вакуумный регулятор не работает. Разрежение в смесительной камере карбюратора изменяется не только от степени открытия дроссельной заслонки, но и от частоты вращения коленчатого вала. При одном и том же положении дроссельной заслонки, но разных нагрузках двигателя будет изменяться и частота вращения коленчатого вала, что вызовет изменение скорости движения воздуха в смесительной камере карбюратора, а следовательно, и изменение величины разрежения в ней и в полости вакуумного регулятора.

В результате этого будет изменяться и угол опережения зажигания.

Типовая характеристика вакуумного регулятора опережения зажигания приведена на рис. 61, в. Характеристики вакуумных регуляторов серийных прерывателей-распределителей приведены в табл. 7. В датчиках-распределителях при увеличении нагрузки на двигатель вакуумный регулятор поворачивает статор датчика в сторону вращения ротора, в результате чего уменьшается угол опережения зажигания.

Октан-корректор прерывателей-распределителей Р133 и Р137 (рис. 62, а) состоит из двух пластин 1 и 5, соединенных между собой тягой 3 с гайками 4. Верхняя пластина 5 прикреплена болтом 6 к корпусу 8 прерывателя-распределителя. Нижняя пластина 1 при помощи болта 2 крепится к блоку цилиндров. Пластина 1 имеет шкалу с делениями, каждое деление соответствует углу опережения зажигания 2° по коленчатому валу. Свободно сидящая заклепка 7 соединяет между собой обе пластины октан-корректора. При установке начального угла опережения зажигания его можно изменять в пределах $\pm 12^\circ$ (по углу поворота коленчатого вала) при помощи гаек 4. Так как нижняя пластина остается неподвижной, то при вращении гаек 4 происходит смещение верхней пластины 5, а вместе с ней и корпуса 8 прерывателя-распределителя в пределах овального прореза для заклепки 7. При перемещении корпуса прерывателя-распределителя на одно деление шкалы октан-корректора угол опережения зажигания изменяется на 2° по углу поворота коленчатого вала. После регулировки обе гайки 4 должны быть плотно затянуты.

Октан-корректор прерывателя-распределителя Р119-Б, датчика-распределителя Р142-10 показан на рис. 62, б. Пластина 3 крепится болтом 4 к корпусу 5 прерывателя-распределителя. Болтом 2 крепят пластину 3 вместе с указателем 1 к корпусу вала привода.

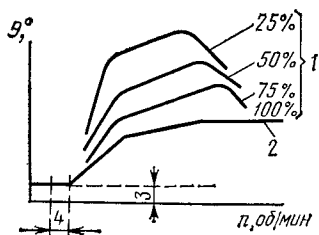


Рис. 63. График совместной работы центробежного и вакуумного регуляторов опережения зажигания:

1 — характеристики при совместной работе вакуумного и центробежного регуляторов при различных значениях нагрузки двигателя; 2 — характеристика центробежного регулятора; 3 — начальный угол опережения зажигания; 4 — зона минимальной частоты вращения коленчатого вала

Совместная работа устройств по регулировке угла опережения зажигания. Совместная работа центробежного и вакуумного регуляторов устанавливает наиболее выгодную величину угла опережения зажигания при различных режимах работы двигателя, что обеспечивает повышение его мощности и экономичности. Октан-корректор, центробежный и вакуумный регуляторы, действуя независимо друг от друга, создают общую составляющую угла опережения зажигания. Общий угол опережения зажигания складывается из угла начальной установки и углов, устанавливаемых центробежным и вакуумным регуляторами (рис. 63).

§ 24. ОСНОВНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ СИСТЕМЫ ЗАЖИГАНИЯ

Техническое состояние аппаратов системы зажигания оказывает существенное влияние на мощность и экономичность двигателя. Неисправности, возникающие в системе зажигания, характеризуются следующими основными признаками: двигатель не запускается; затрудненный пуск и перебои в работе цилиндров двигателя; снижение мощности и экономичности двигателя.

Двигатель не запускается при следующих неисправностях аппаратов и элементов электрической цепи.

Свечи зажигания. Образование нагара на изоляторах всех свечей, забрызгивание свечей маслом или бензином. Для удаления нагара свечи просушивают, а затем очищают на пескоструйном аппарате.

Высоковольтные провода. Обрыв или пробой изоляции провода, соединяющего катушку зажигания с центральным вводом крышки распределителя. Неисправный провод заменяют. Наконечники проводов должны плотно входить в отверстия выводов крышки распределителя и катушки зажигания.

Распределитель. Пробой изоляции, загрязнение, обугливание поверхности ротора и крышки искровыми разрядами и образование трещин в них вызывают утечку тока высокого напряжения на корпус автомобиля, что предотвращает образование искр между электродами свечей. Поврежденные ротор и крышка заменяются. Загрязненные поверхности этих деталей протираются чистым и сухим обтирочным материалом. При разрушении подавительного резистора происходит разрыв цепи высокого напряжения. Поврежден-

ный резистор заменяют. Для проверки распределителя нужно отсоединить провода от наконечников свечей зажигания и подвесить их так, чтобы между концами проводов и корпусом двигателя был зазор 7—10 мм. Включить зажигание и вращать коленчатый вал двигателя стартером или пусковой рукояткой, наблюдая за искрообразованием в зазорах. Затем провод высокого напряжения от катушки зажигания подвесить с зазором 7—10 мм от наконечника до корпуса двигателя и при включенном зажигании вращать коленчатый вал. Если искрообразование в зазоре между высоковольтным проводом катушки и корпусом бесперебойное, а в зазоре между проводами, отсоединенными от свечей, и корпусом отсутствует, то неисправен распределитель.

Катушка зажигания. Обрыв первичной обмотки или дополнительного резистора, пробой крышки катушки. При обрыве цепи двигатель не будет работать. Обрыв цепи определяется контрольной лампой. При обрыве дополнительного резистора двигатель будет запускаться стартером, а после выключения стартера — глохнуть. При пробое крышки искровым разрядом происходит утечка тока высокого напряжения на корпус автомобиля, что вызывает перебои в работе цилиндров или прекращение работы двигателя.

Транзисторный коммутатор ТК 102. Тепловое разрушение транзистора возникает при перегреве током большой силы, например при завышенном напряжении генератора или длительном включении зажигания при неработающем двигателе. В результате теплового разрушения транзистора сопротивление перехода эмиттер — коллектор равно нулю, а поэтому транзистор запирается не будет и, следовательно, не будет прерываться ток низкого напряжения. Проверка транзистора на автомобиле производится с помощью контрольной лампы, которую подключают к безымянному зажиму коммутатора и корпусу автомобиля. Отсоединяют провод от зажима *P* коммутатора (см. рис. 55) и включают зажигание. Затем соединяют проводником зажим *P* коммутатора с корпусом; если при этом лампа гаснет, а при отключении провода от корпуса лампа горит, то транзистор исправен. Если лампа не горит, то транзистор пробит.

Прерыватель. Окисление и подгорание контактов в контактной системе зажигания сильно увеличивается при завышенном напряжении генератора, малой величине зазора между контактами и нарушении крепления конденсатора. В результате замасливания и окисления контактов умень-

шается сила тока в цепи низкого напряжения, что снижает высокое напряжение, а поэтому между электродами свечей зажигания не будет создаваться искровой разряд. Контакты зачищают стеклянной бумагой зернистостью 140—170 или абразивной пластиной. При зачистке контактов удаляется бугорок на одном контакте и несколько сравнивают поверхность другого контакта, на котором образуется углубление. В случае значительного обгорания и сильной эрозии контактов необходимо заменять рычажок и держатель контакта. После зачистки контакты протирают замшей, смоченной чистым бегином, и продувают воздухом, затем регулируют зазор между контактами. При регулировке зазора необходимо ослабить крепление винта держателя неподвижного контакта, установить кулачок прерывателя в положение полного размыкания контактов и вращением регулировочного эксцентрика установить зазор 0,30—0,45 мм (см. табл. 7), затем завернуть винт крепления держателя и снова проверить щупом величину зазора между контактами.

Цепь тока низкого напряжения. Обрыв проводников; неисправность выключателя зажигания. Проверку цепи низкого напряжения и выключателя зажигания производят контрольной лампой. Неисправные провода и выключатель заменяют.

Затрудненный пуск и перебои в работе цилиндров двигателя. При многократном и длительном вращении коленчатого вала в период пуска возникают вспышки рабочей смеси в отдельных цилиндрах двигателя; двигатель работает неустойчиво; наблюдаются перебои в работе отдельных цилиндров. Перебои в работе двигателя возникают при следующих основных неисправностях аппаратов системы зажигания и элементов электрической цепи.

Свечи зажигания. Загрязнение верхней части изолятора, отложение нагара на нижней его части и возникновение трещин в изоляторе вызывает утечку тока высокого напряжения на корпус, что снижает энергию искры, разряд между электродами, и затрудняет воспламенение рабочей смеси в цилиндрах двигателя. Нагар с изолятора и корпуса свечи очищают на пескоструйных аппаратах. При повреждении изолятора свечу заменяют. Увеличение зазора между электродами выше допустимой величины будет причиной неустойчивого зажигания рабочей смеси. Величина зазора между электродами свечей зажигания должна соответствовать типу двигателя и регулируется подгибанием бокового электрода.

Перебои в работе цилиндров возникают вследствие перегрева свечей, при нарушении герметичности в соединении изолятора с корпусом, а также повреждении уплотнительной прокладки под корпусом свечи. При перегреве свечей после выключения зажигания двигатель продолжает работать в течение нескольких секунд с неравномерным вращением коленчатого вала. Для определения неработающей свечи необходимо поочередно снимать наконечники проводов со свечей. Если при снятии наконечника со свечи работа двигателя не изменяется, то свеча неисправна.

Распределитель. Трещины и обугливание поверхности крышки и ротора от искровых разрядов при загрязненности их вызывают утечку тока на корпус и между электродами крышки. Неисправности определяются визуально. Дефектные детали заменяют.

Катушка зажигания. Межвитковое замыкание первичной обмотки возникает вследствие теплового разрушения изоляции витков обмотки при перегреве катушки. Сопротивление первичной обмотки снизится, что способствует увеличению силы тока в ней, а следовательно, перегреву катушки. В результате снижается электрическая прочность изоляции вторичной обмотки, происходит ее пробой и тогда снижается напряжение, подводимое к свечам зажигания. Трещины и прогар крышки катушки также снижают напряжение на электродах свечей.

Транзисторный коммутатор ТК102. Плохой контакт в соединении корпуса коммутатора с корпусом автомобиля и тепловое разрушение стабилитрона являются характерными дефектами, нарушающими нормальную работу коммутатора. Плохой контакт в соединении корпусов вследствие неполной затяжки винтов крепления повышает сопротивление в цепи низкого напряжения, а поэтому снижаются сила тока в первичной обмотке и, следовательно, напряжение во вторичной цепи. При включенном зажигании и замкнутых контактах прерывателя падение напряжения между зажимом М коммутатора и корпусом автомобиля не должно превышать 0,1 В. В случае теплового разрушения стабилитрона ток самоиндукции первичной обмотки катушки зажигания даже при малой величине э. д. с. самоиндукции свободно проходит через разрушенный стабилитрон и конденсатор С1 заряжаться не будет. В результате возникнут перебои в работе двигателя на большой частоте вращения коленчатого вала.

Прерыватель. Замасливание, окисление и подгорание контактов, отклонение величины зазора от оптимальной величины, потеря упругости пружины рычажка, износ втулок вала прерывателя, обрыв провода между подвижной и неподвижной пластинами прерывателя, пробой конденсатора являются типичными неисправностями прерывателя. Уменьшение величины зазора между контактами происходит вследствие неправильной регулировки, износа подушечки рычажка, люфта рычажка на оси и износа выступов кулачка. Увеличение зазора между контактами может быть при неправильной регулировке и неплотном креплении винта держателя неподвижного контакта. При потере упругости пружины рычажка прерывателя происходит отбрасывание рычажка на большой частоте вращения кулачка, что вызывает перебой зажигания. Кроме того, уменьшается сила прижатия контактов друг к другу, что уменьшает силу тока в первичной цепи. Натяжение пружины рычажка прерывателя определяют динамометром и в случае снижения упругости ниже величин, указанных в табл. 7, пружину заменяют вместе с рычажком прерывателя. Износ втулок вала прерывателя вызывает биение кулачка, в результате чего нарушается момент размыкания контактов и величина зазора между ними. В случае обрыва проводника, соединяющего подвижную и неподвижную пластины прерывателя, ток низкого напряжения будет проходить только через шариковый подшипник, установленный между дисками. Слой масла в подшипнике нарушает контакт в цепи, что вызывает перебои в зажигании, особенно в период пуска двигателя. Кроме того, происходит электроэрозионный износ подшипника. При пробое изоляции обкладок конденсатора снижается его емкость и повышается утечка тока через конденсатор, в результате чего увеличивается искрение между контактами прерывателя, что является причиной снижения высокого напряжения. Для проверки конденсатора на автомобиле нужно снять крышку и ротор распределителя, а провод высокого напряжения подвесить так, чтобы между наконечником высоковольтного провода и корпусом двигателя был зазор 6—7 мм. Включить зажигание и, вращая коленчатый вал, наблюдать за характером искрообразования в зазоре между наконечником высоковольтного провода и корпусом двигателя, а также за искрообразованием между контактами прерывателя. При исправном конденсаторе искрообразование между контактами будет незначительное,

а между наконечником высоковольтного провода и корпусом — бесперебойное. Неисправный конденсатор заменяют.

Снижение мощности и экономичности двигателя характеризуется следующими признаками: при увеличении нагрузки или резком открытии дроссельной заслонки прослушиваются продолжительные по времени детонационные стуки; при резком открытии дроссельной заслонки детонационные стуки не прослушиваются; двигатель теряет приемистость; при открытии дроссельной заслонки медленно увеличивается частота вращения коленчатого вала; увеличивается расход топлива; двигатель перегревается. Указанные характерные признаки работы двигателя могут быть следствием неправильной установки зажигания и нарушением работы центробежного и вакуумного регуляторов опережения зажигания.

Нарушение нормальной работы центробежного регулятора вызывается чаще всего обрывом и уменьшением усилия пружин грузиков, в результате чего увеличивается угол опережения больше необходимой величины на малых и средних частотах вращения коленчатого вала двигателя. Проверка и регулировка центробежного регулятора описаны в § 25.

Нарушение нормальной работы вакуумного регулятора вызывается потерей герметичности полости регулятора, ослаблением пружины диафрагмы, заеданием подшипника между подвижным и неподвижным дисками прерывателя и ослаблением винтов крепления регулятора к корпусу прерывателя-распределителя. Герметичность регулятора нарушается в результате повреждения трубки, подводимой к регулятору, неплотно затянутого штуцера и повреждении диафрагмы. При этом происходит подсос воздуха внутрь регулятора, а поэтому понизится разрежение в полости крышки и регулятор не будет изменять угол опережения зажигания в необходимых пределах при изменении нагрузки двигателя.

Ослабление пружины диафрагмы регулятора вследствие усталости или неправильной регулировки способствует нежелательному увеличению угла опережения зажигания при малых и средних нагрузках двигателя.

Проверка и регулировка вакуумного регулятора описана в § 25.

Неисправный регулятор и поврежденный подшипник подлежат замене.

§ 25. ПРОВЕРКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ АППАРАТОВ СИСТЕМЫ ЗАЖИГАНИЯ

Аппараты системы зажигания проверяются и регулируются на специальном диагностическом оборудовании. Отечественная и зарубежная промышленность производит различные типы диагностического оборудования, но принцип проверки аппаратов системы зажигания на различном оборудовании один и тот же. В книге рассматриваются принципиальные технологические схемы проверки.

Проверка натяжения пружины рычажка прерывателя динамометром (рис. 64) производится при замкнутых контактах прерывателя и включенном зажигании. Включают контрольную лампу 2 параллельно контактам прерывателя. Один провод лампы соединяют с зажимом 3 прерывателя, а другой — с корпусом автомобиля. Замкнутые контакты шунтируют лампу и она не будет гореть. Зацепляют крючок динамометра 1 за конец рычажка прерывателя и, расположив динамометр вдоль оси контактов, плавно отводят рычажок до начала размыкания контактов. Начало размыкания контактов определяется по свечению контрольной лампы и в этот момент по шкале динамометра определяют силу натяжения пружины рычажка. Замеренную величину сравнивают с данными, приведенными в табл. 7. Ослабленную пружину заменяют вместе с рычажком.

Проверка падения напряжения на контактах прерывателя производится вольтметром. Один провод от вольтметра соединяют с зажимом прерывателя, а другой — с корпусом прерывателя-распределителя. Включают зажигание и при

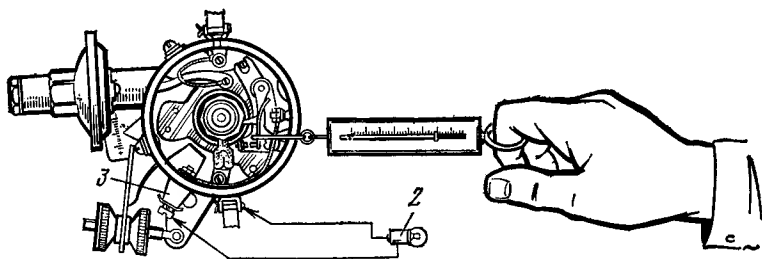


Рис. 64. Проверка натяжения пружины рычажка прерывателя:
1 — динамометр; 2 — лампа; 3 — зажим прерывателя

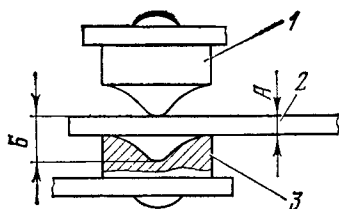


Рис. 65. Измерение зазора плоским щупом между эродированными контактами прерывателя:

1, 3 — контакты; 2 — щуп; А — зазор, измеряемый щупом; Б — действительный зазор

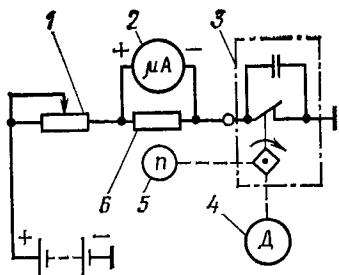


Рис. 66. Схема включения приборов при проверке угла замкнутого состояния контактов прерывателя:

1, 6 — резисторы; 2 — микроамперметр; 3 — проверяемый прерыватель-распределитель; 4 — электродвигатель; 5 — тахометр

замкнутых контактах замеряют падение напряжения. Если падение напряжения превышает 0,1 В, проверяют и при необходимости зачищают контакты прерывателя, а также проверяют состояние и надежность крепления проводника, соединяющего подвижную пластину прерывателя с корпусом.

Проверка и регулировка угла замкнутого состояния контактов прерывателя. Вследствие эрозии на одном из контактов прерывателя образуется бугорок, а на другом впадина. При измерении зазора плоским щупом результаты значительно отличаются от действительных (рис. 65), а сравнительно небольшие изменения зазора вызывают значительные изменения угла замкнутого состояния контактов, от величины которого зависит сила тока разрыва в первичной цепи. Кроме того, не учитываются такие факторы, как состояние рабочих поверхностей контактов, износ кулачка, втулок и др. Так как действительный зазор с достаточной точностью измерить нельзя, то целесообразно измерять и регулировать угол замкнутого состояния контактов, т. е. угол поворота кулачка, в пределах которого контакты находятся в замкнутом состоянии. Средняя величина силы тока проходящего через контакты прерывателя во время их работы зависит от напряжения батареи, сопротивления контактов, частоты вращения вала прерывателя и угла замкнутого состояния контактов. При постоянной частоте вращения

вала прерывателя средняя сила тока, проходящего через контакты прерывателя, будет пропорциональна углу замкнутого состояния контактов, поэтому измерение этого угла заключается в измерении средней силы тока, проходящего через контакты.

Прерыватель подключается по схеме, приведенной на рис. 66. На шкале микроамперметра 2 нанесены зоны, соответствующие допустимым значениям угла замкнутого состояния контактов для прерывателей с четырьмя, шестью и восемью выступами кулачка при определенной частоте вращения вала прерывателя (например 1500 об/мин). Резистор 6 подбирается при градуировке микроамперметра 2 в зависимости от частоты вращения, на которой производится измерение угла замкнутого состояния контактов. Чем больше этот угол, а следовательно, и время замкнутого состояния контактов, тем больше средняя сила тока, проходящего через микроамперметр, и тем на больший угол отклонится стрелка прибора. При неподвижном вале прерывателя и замкнутых контактах прерывателя стрелка микроамперметра отклоняется на всю шкалу. Переменный резистор 1 обеспечивает точность настройки микроамперметра 2 в зависимости от напряжения батареи и состояния контактов прерывателя. Для регулировки угла замкнутого состояния контактов при определенной частоте вращения ослабляют винт крепления держателя неподвижного контакта и, плавно вращая регулировочный эксцентрик, совмещают стрелку прибора с соответствующей зоной на шкале.

Проверка синхронности угла искрообразования производится при помощи синхроскопа (рис. 67) на специализированных приборах и стендах. На валу 9 синхроскопа жестко закреплен диск 8, который вращается синхронно с кулачком проверяемого прерывателя 3. В диске выполнена щель 7, под которой к диску прикреплена неоновая лампа 6. При вращении кулачка проверяемого прерывателя 3 в момент размыкания контактов прерывается ток в первичной обмотке импульсного трансформатора 4 и импульсы э. д. с. вторичной обмотки трансформатора, подводимые к неоновой лампе через неподвижную щетку 5 и контактное кольцо 2, вызовут свечение лампы. В результате на вращающемся диске 8 синхроскопа будут видны светящиеся риски, число которых будет соответствовать числу размыканий контактов за один оборот кулачка, т. е. будет соответствовать числу выступов кулачка проверяемого прерывателя-рас-

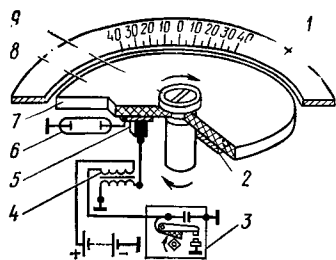


Рис. 67. Принципиальная схема синхроскопа:

1 — градуированный диск; 2 — контактное кольцо; 3 — прерыватель; 4 — импульсный трансформатор; 5 — щетка; 6 — неоновая лампа; 7 — щель; 8 — диск; 9 — вал

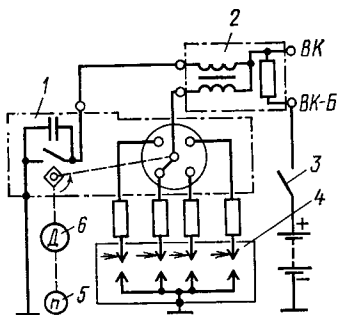


Рис. 68. Схема соединения аппаратов зажигания:

1 — прерыватель-распределитель; 2 — катушка зажигания; 3 — выключатель; 4 — искровой разрядник; 5 — тахометр; 6 — электродвигатель

пределителя. Угол чередования вспышек лампы измеряется по шкале градуированного диска 1. Для 4-искровых распределителей угол равен 90° , а для 8-искровых — 45° . Угол чередования светящихся рисок не должен отличаться более чем на $\pm 1^\circ$ между всеми выступами кулачка проверяемого прерывателя. При большем отклонении угла необходимо заменить кулачок прерывателя.

Проверка вибрации контактов прерывателя производится одновременно с проверкой синхронности угла искрообразования при максимальной частоте вращения вала проверяемого прерывателя (см. табл. 7). В случае уменьшения упругости пружины рычажка прерывателя возникает вибрация его контактов и тогда возле основных светящихся рисок наблюдаются дополнительные.

Проверка и регулировка центробежного регулятора опережения зажигания производится на стендах, имеющих синхроскоп и тахометр. Для проверки центробежного регулятора закрепляют проверяемый прерыватель-распределитель в кронштейне стенда и соединяют вал прерывателя с валом синхроскопа. Включают электродвигатель стенда и устанавливают минимальную устойчивую частоту вращения. Частота вращения замеряется тахометром стенда. Затем сдвигом градуированного диска 1 (см. рис. 67) совмещают нулевое деление с одной из светящихся рисок. При

увеличении частоты вращения центробежный регулятор поворачивает кулачок прерывателя по ходу его вращения на больший угол. Следовательно, и контакты прерывателя будут размыкаться раньше. Раньше будет вспышка неоновой лампы, а поэтому светящаяся риска будет смещаться навстречу вращению диска. Плавно увеличивают частоту вращения вала прерывателя и наблюдают по шкале тахометра, при какой частоте вращения началось и закончилось смещение светящейся риски относительно нулевого деления шкалы градуированного диска. Одновременно замеряют угол смещения риски. Частоту вращения в начале и конце смещения риски и величину угла смещения риски сравнивают с данными технических условий табл. 7. При отклонении замеренных величин от технических условий регулируют центробежный регулятор изменением натяжения пружин грузиков. При регулировке тонкой отверткой через выемку в пластине прерывателя подгибают стойки 8 (см. рис. 60, а, в) подвески пружин регулятора. Если центробежный регулятор начал действовать при меньшем значении минимальной частоты вращения кулачка прерывателя, необходимо усилить натяжение пружины малой жесткости. Натяжение пружины большой жесткости увеличивают, если центробежный регулятор закончил действовать при меньшей величине максимальной частоты вращения кулачка прерывателя, чем предусмотрено техническими условиями. В прерывателе-распределителе Р125 (см. рис. 60, б) ослабевшие пружины заменяют.

Проверка и регулировка вакуумного регулятора опережения зажигания производится на стендах, имеющих синхроноскоп, вакуумметр и насос для создания разрежения в вакуумном регуляторе. Устанавливают на стенд проверяемый прерыватель-распределитель. Подсоединяют к штуцеру вакуумного регулятора трубку от вакуумного насоса и вакуумметра и испытывают регулятор на герметичность. Насосом создают разрежение 21—37 КПа (150—280 мм рт. ст) и по вакуумметру наблюдают за величиной разрежения. У исправного регулятора падение давления не должно превышать 0,7 КПа (5 мм рт. ст.) за 1 мин. Затем включают электродвигатель стенда и устанавливают любую устойчивую частоту вращения. Сдвигом градуированного диска 1 (см. рис. 67) совмещают нулевое деление с одной из светящихся рисок. Насосом плавно увеличивают разрежение и наблюдают, при какой величине разрежения, регистрируе

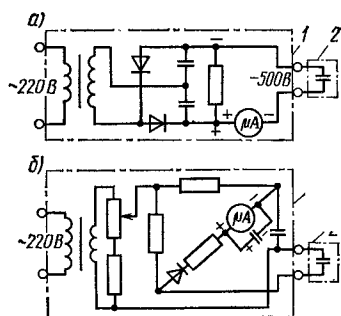


Рис. 69. Схема проверки конденсатора:

а — проверка сопротивления изоляции; б — измерение емкости;
1 — принципиальная схема устройства; 2 — проверяемый конденсатор

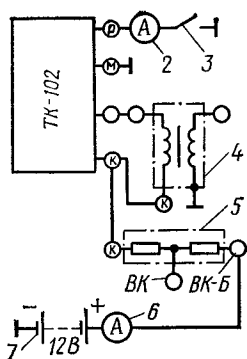


Рис. 70. Схема проверки транзисторного коммутатора ТК102:

1 — коммутатор; 2 и 6 — амперметры;
3 — выключатель; 4 — катушка зажигания Б114; 5 — резисторы СЭ107; 7 — аккумуляторная батарея

мого вакуумметром, начинается и заканчивается сдвиг светящейся риски относительно нулевого деления шкалы. Одновременно замеряют угол сдвига риски. Величины разрежения в начале и конце сдвига риски и величину угла сдвига риска сопоставляют с данными технических условий (см. табл. 7). При необходимости регулируют вакуумный регулятор изменением упругости пружины, устанавливая между торцом пружины и штуцером регулировочные шайбы 2 (см. рис. 61) разной толщины или смещая регулятор относительно корпуса прерывателя-распределителя. Если действие регулятора начинается при меньшей величине вакуума, предусмотренного техническими условиями, необходимо увеличить упругость пружины, для чего между торцом пружины и штуцером регулятора устанавливают шайбу большей толщины или несколько тонких шайб. Нужно учитывать, что характеристика вакуумного регулятора может не соответствовать данным, указанным в технических условиях, при нарушении его герметичности и заедании шарикового подшипника подвижного диска прерывателя.

Проверка состояния изоляции распределителя производится на специализированных стендах по схеме, приведен-

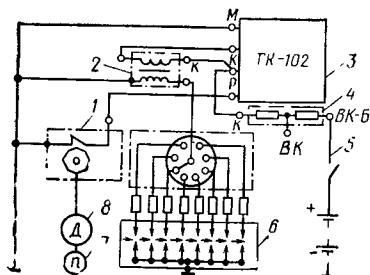


Рис. 71. Схема включения аппаратов контактно-транзисторной системы зажигания при проверке коммутатора:

1 — прерыватель-распределитель; 2 — катушка зажигания Б114; 3 — коммутатор ТК102; 4 — резисторы СЭ107; 5 — выключатель; 6 — искровой разрядник; 7 — тахометр; 8 — электродвигатель

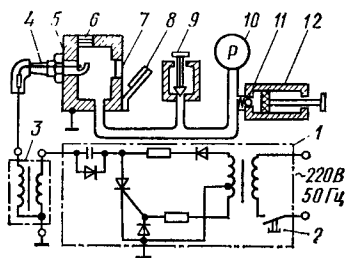


Рис. 72. Принципиальная схема аппарата для проверки свечей зажигания на бесперебойность искрообразования:

1 — коммутатор; 2 — кнопка; 3 — катушка зажигания; 4 — свеча; 5 — камера; 6 и 7 — смотровые окна; 8 — зеркало; 9 — вентиль; 10 — манометр; 11 — клапан; 12 — насос

ной на рис. 68. После установки прерывателя-распределителя 1 подключают провода, согласно схеме. Затем устанавливают зазор между иглами искрового разрядника 4 в пределах 7—8 мм и включают электродвигатель 6. Устанавливают частоту вращения 500—700 об/мин и наблюдают за характером искрообразования между иглами искрового разрядника 4. При такой частоте вращения высокое напряжение, создаваемое катушкой зажигания, будет иметь наибольшее значение, что необходимо при проверке изоляции крышки и ротора распределителя. Ротор и крышку распределителя считают исправными, если искрообразование на разряднике будет бесперебойным.

Проверка прерывателя-распределителя на бесперебойность искрообразования производится на стендах по схеме, приведенной на рис. 68. Так как бесперебойность искрообразования зависит от состояния всех узлов и деталей проверяемого прерывателя-распределителя, проверку производят при максимальной частоте вращения, согласно техническим условиям (см. табл. 7) и зазоре в искровом разряднике 7 мм для контактной и 10 мм для транзисторных систем зажигания. Прерыватель-распределитель считают исправным, если при испытании не наблюдается перебоев в искрообразовании.

Проверка катушки зажигания на бесперебойность искрообразования производится на стендах по схеме, приведен-

ной на рис. 68. Устанавливают на стенд заведомо исправный прерыватель-распределитель 1, а вместо эталонной катушки зажигания 2 стенда включают проверяемую катушку. Устанавливают зазор между иглами разрядника 7 мм для катушек, работающих в контактной и 10 мм для катушек, работающих в транзисторной системе зажигания. Проверку исправности катушки производят при максимальной частоте вращения валика прерывателя (см. табл. 7).

Проверку первичной обмотки катушки зажигания на межвитковое замыкание производят омметром, а на обрыв — омметром или контрольной лампой. Замеренную величину сопротивления сопоставляют с данными (см. табл. 6).

Проверка сопротивления изоляции конденсатора. Конденсатор подключается по схеме, приведенной на рис. 69, а, и к его зажимам подводится постоянное напряжение 500 В. При исправном конденсаторе стрелка микроамперметра отклоняется в течение долей секунды только в период заряда конденсатора, а затем возвращается на нуль. Если стрелка микроамперметра не устанавливается на нулевое деление, то через изоляцию конденсатора течет ток. Допускается небольшая утечка тока, не превышающая 10 мкА. Для удобства измерения шкала прибора имеет цветную закрашенную зону. Если при проверке конденсатора стрелка прибора отклоняется за пределы закрашенной зоны, то конденсатор считают неисправным. Сопротивление изоляции измеряется мегомметром. Оно должно быть более 40 МОм.

Измерение емкости конденсатора. Проверяемый конденсатор подключают к зажимам измерительного моста (рис. 69, б), предварительно настроенного на определенную емкость. Шкала микроамперметра проградуирована в микрофарадах. Шкала прибора имеет цветные закрашенные зоны с указанием пределов измеряемой емкости. Если при проверке стрелка прибора отклоняется за пределы закрашенной зоны, то конденсатор выбраковывают.

Проверка транзистора в коммутаторе ТК102. Подключают коммутатор по схеме, приведенной на рис. 70. При проверке транзистора включают выключатель 3 и наблюдают за показаниями обоих амперметров. Амперметр 2 регистрирует силу тока в цепи управления транзистором (0,5—0,6 А), а амперметр 6 — силу тока в цепи первичной обмотки катушки зажигания (6—7 А). Если транзистор коммутатора исправный, то после выключения выключателя 3 ток управления прервется.

Проверка транзистора измерением сопротивления перехода эмиттер — коллектор омметром описана в § 15.

Проверка транзисторного коммутатора ТК102 на обеспечение бесперебойного зажигания. Проверяемый коммутатор 3 подключают по схеме, приведенной на рис. 71. Катушка 2 зажигания Б114, резисторы 4 СЭ107 и прерыватель-распределитель 1 без конденсатора, включаемые в схему, должны быть исправными. Зазор между иглами разрядника 6 устанавливают 10 мм. Включают электродвигатель 8. При максимальной частоте вращения, соответствующей каждому типу прерывателя-распределителя (см. табл. 7), искробразование в разряднике 6 должно быть бесперебойным. Коммутатор неисправен, если искробразование неустойчиво или отсутствует. Аналогично проверяются транзисторные коммутаторы бесконтактных систем зажигания.

Проверка свечей зажигания на герметичность производится по падению давления в единицу времени. Свечу 4 (рис. 72) ввертывают в камеру 5 и с помощью насоса 12 при закрытом вентиле 9 создают давление 0,8—1 МПа (8—10 кгс/см²) и наблюдают за показанием манометра 10. Если падение давления превышает 0,05 МПа (0,5 кгс/см²) в минуту для свечей со стеклогерметиком и 0,05 МПа (0,5 кгс/см²) за 10 с для свечей с герметиком из термоцемента, то такие свечи считают неисправными. Обратный клапан 11 предотвращает утечку сжатого воздуха из камеры 5 через насос 12.

Проверка свечей зажигания на бесперебойность искробразования производится на этом же аппарате (см. рис. 72). Ввертывают свечу 4 в камеру 5 и насосом 12 создают давление в камере 0,8—1 МПа (8—10 кгс/см²). Подключают высоковольтный провод от катушки 3 зажигания к свече. Кнопкой 2 включают в работу коммутатор 1 и в течение 2—3 с наблюдают за искробразованием между электродами свечи через смотровые окна 6 и 7 и в зеркале 8. У исправной свечи искробразование между электродами будет бесперебойное, а вокруг центрального электрода наблюдается светлый ореол. При утечке тока через слой нагара и трещины в изоляторе искробразование между электродами будет с перебоями, а место утечки будет отражено в зеркале 8.

Аппараты системы зажигания проверяют на стендах КИ-968, СПЗ-8М, Э-208, Э-205, а также с помощью приборов Э-213, Э-214, Э-203 и др.

Глава III

СИСТЕМА ПУСКА

§ 26 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Система пуска предназначена для подготовки двигателя к пуску и вращения коленчатого вала с пусковой частотой. Система пуска должна обеспечивать надежный пуск двигателя при различных температурных условиях эксплуатации автомобиля, малую длительность пуска, возможность повторных пусков и удобство управления.

У большинства автомобилей система пуска состоит из стартера аккумуляторной батареи и выключателя. На автомобилях КамАЗ, ГАЗ-66, ЗИЛ-133ГЯ, ЗИЛ-131 и др. в систему пуска также входит устройство для предпускового подогрева двигателя, а на автомобилях с дизельными двигателями устройство для подогрева воздуха во впускном трубопроводе двигателя. Принципиальная схема системы пуска включает стартер 1 (рис. 73), аккумуляторную батарею 2 и выключатель 3 стартера. Стартер состоит из электродвигателя 4 постоянного тока, тягового реле 5 и механизма привода 10. Электродвигатель служит для вращения коленчатого вала пускаемого двигателя с пусковой частотой, равной 40—50 об/мин для карбюраторных двигателей и 80—120 об/мин для дизельных. При такой частоте вращения в карбюраторных двигателях создаются благоприятные условия для смесеобразования, а в дизельных двигателях обеспечивается нагрев воздуха в цилиндрах в конце такта сжатия до температуры воспламенения топлива. Аккумуляторная батарея является источником электрической энергии для питания электрической цепи стартера. Тяговое реле 5 обеспечивает ввод шестерни 12 привода в зацепление с венцом маховика 13, а также включение электрической цепи электродвигателя стартера к аккумуляторной батарее. Механизм привода 10 позволяет передавать вращение от вала якоря на венец маховика 13 двигателя и предотвращает передачу вращения от маховика на вал якоря после начала работы двигателя.

При пуске двигателя выключателем 3 замыкают цепь управления и по обмотке 7 тягового реле будет проходить ток, что и обеспечивает втягивание стального якорька 8 внутрь обмотки. При этом рычаг 11 ведет шестерню 12 механизма привода в зацепление с венцом маховика 13. В момент зацепления шестерни 12 с венцом маховика 13 контактный диск 6 тягового реле подключит электродвигатель 4 стартера к аккумуляторной батарее 2. Якорь электродвигателя будет вращаться, что и обеспечит вращение коленчатого вала двигателя. После пуска двигателя выключателем 3 размыкают цепь обмотки 7 тягового реле и под действием возвратной пружины 9 якорек 8 возвращается в исходное положение. При этом контактный диск 6 тягового реле отключает электродвигатель стартера от аккумуляторной батареи и шестерня 12 механизма привода выходит из зацепления с венцом маховика 13.

Управление стартером на современных автомобилях дистанционное, из кабины водителя. При дистанционном управлении включение силовой цепи стартера осуществляется контактами тягового реле. Управление тяговым реле производится непосредственно выключателем, расположенным в кабине водителя, или через дополнительное реле, когда контакты выключателя не рассчитаны на прохождение большой силы тока обмоток тягового реле. К стартерам предъявляются следующие требования: простота конструкции, малые габаритные размеры, масса и стоимость, большая долговечность и надежность в эксплуатации, большая удельная мощность (мощность на 1 кг массы), большой вращающий момент в режиме полного торможения и малая частота вращения якоря в режиме холостого хода.

§ 27. ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ СТАРТЕРА

В стартерах применяют электродвигатели постоянного тока последовательного или смешанного возбуждения. Электродвигатели развивают возрастающий вращающий момент при увеличении торможения якоря, что облегчает вращение коленчатого вала двигателя во время пуска.

Электромагнитный вращающий момент на валу якоря электродвигателя стартера определяют по формуле

$$M_{элм} = C_M \Phi I_A = \frac{pN}{2\pi a} \Phi \frac{U_б - E_{обр}}{R_A + R_B},$$

где C_M — коэффициент, зависящий от конструкции электродвигателя; Φ — магнитный поток, проходящий через воздушный зазор и сердечник якоря, Мкс; I_A — сила тока в цепи якоря, А; p — число пар полюсов; N — число проводников в обмотке якоря; a — число параллельных ветвей обмотки якоря; $U_б$ — напряжение аккумуляторной батареи В; $E_{обр}$ — обратная э. д. с., В; R_A — сопротивление обмотки якоря, Ом; R_B — сопротивление последовательной обмотки возбуждения, Ом.

Электромагнитный вращающий момент $M_{элм}$ увеличивается при торможении в результате уменьшения частоты вращения якоря, что приводит к снижению величины:

$$E_{обр} = C_e n \Phi, \text{ где } C_e = \frac{pN}{60a}.$$

Вследствие снижения величины $E_{обр}$ возрастает сила тока в обмотке якоря, а следовательно, и в обмотке возбуждения.

При полном торможении якоря, когда в его обмотке не индуцируется обратная э. д. с., пусковая сила тока в зависимости от конструкции электродвигателя достигает 250—850 А. С увеличением силы тока, потребляемого электродвигателем, возрастает магнитный поток возбуждения, который, взаимодействуя с магнитным потоком якоря, создает возрастающий электромагнитный вращающий момент, что облегчает вращение коленчатого вала.

Частота вращения якоря выражается зависимостью (об/мин)

$$n = \frac{U_б - I(R_A + R_B)}{C_e \Phi} = \frac{E_{обр}}{C_e \Phi}.$$

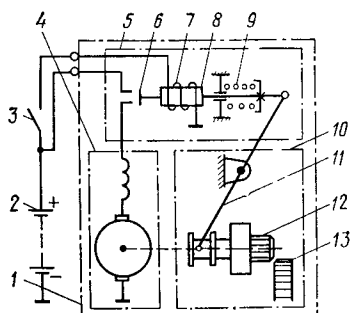


Рис. 73. Принципиальная схема системы пуска:

1 — стартер; 2 — аккумуляторная батарея; 3 — выключатель; 4 — электродвигатель; 5 — тяговое реле; 6 — контактный диск; 7 — обмотка; 8 — сердечник; 9 — пружина; 10 — привод; 11 — рычаг; 12 — шестерня; 13 — маховик

С увеличением частоты вращения якоря в его обмотке будет индуцироваться возрастающая по величине обратная э. д. с., которая, противодействуя напряжению аккумуляторной батареи, будет уменьшать силу тока в обмотке якоря и в последовательно включенной обмотке возбуждения. В результате уменьшится магнитный поток возбуждения и частота вращения якоря возрастет до недопустимого значения, что будет причиной повышенного износа подшипников, щеток и коллектора. Кроме того, может произойти выброс проводников из пазов сердечника якоря и пластин коллектора.

Для ограничения частоты вращения якоря на режиме холостого хода в стартерах СТ221, СТ117 и других применяют смешанное включение катушек обмотки возбуждения. При такой схеме включения обратная э. д. с. обмотки якоря не будет противодействовать току в параллельной обмотке, а поэтому магнитный поток возбуждения будет оставаться значительным по величине, что и ограничит частоту вращения якоря.

Электромагнитная мощность электродвигателя стартера определяется произведением электромагнитного момента $M_{элм}$ на угловую скорость вращения ω :

$$P_{элм} = M_{элм} \omega = M_{элм} \frac{2\pi n}{60}.$$

Полезная мощность и вращающий момент на валу электродвигателя меньше электромаг-

нитных значений на величину механических, электрических и магнитных потерь. В практике полезная мощность электродвигателя стартера подсчитывается по формуле (кВт) $P_{ст} = M_{вр} n_{я} \cdot 1,03$, где $M_{вр}$ — вращающий момент, Н · м; $n_{я}$ — частота вращения якоря, об/мин.

На рис. 74 изображены типовые характеристики электродвигателя стартера. Характеристики стартера определяют изменение вращающего момента $M_{вр}$, частоты вращения n , мощности P и напряжения U на зажимах электродвигателя в зависимости от силы тока

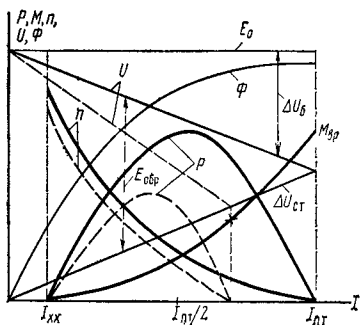


Рис. 74. Типовые характеристики электродвигателя стартера

Параметры	Типы стартеров			
	СТ230-А, СТ230-Б, СТ230-К	СТ221	СТ117-А	СТ142
Номинальное напряжение, В	12	12	12	24
Номинальная мощность, кВт	1,03	1,25	1,18	7,73
Режим холостого хода:				
сила потребляемого тока, А, не более	85	35	85	130
частота вращения вала, об/мин, не менее	4000	5000	3800	—
Режим полного торможения:				
сила потребляемого тока, А, не более	530	500	550	800
вращающий момент, Н·м (кгс·м), не менее	22,5 (2,25)	14,0 (1,4)	16,0 (1,6)	50,0 (5,0)
Высота щеток, мм:				
номинальная	14	16	14	20
допустимая	6	12	10	13
Сила давления пружины на щетки, Н (гс)	8,5—14 (850—1400)	9—11 (900—1100)	12—15 (1200—1500)	15—20 (1500—2000)
Тип тягового реле	РС230	РС221	РС14	РС142
Тип реле включения	РС507-Б	—	РС502	—
Применяется на автомобиле	«Волга» ГАЗ-53А, ГАЗ-66, ЗИЛ-130	ВАЗ	«Москвич»	КамАЗ, МАЗ, КРАЗ, ЗИЛ-133ГЯ

I в цепи электродвигателя. Магнитный поток возбуждения Φ с увеличением силы тока, потребляемого электродвигателем, изменяется по кривой намагничивания и на больших нагрузках при торможении якоря вследствие магнитного насыщения стали остается почти постоянным. С ростом силы тока в цепи электродвигателя стартера увеличивается падение напряжения ΔU_6 на внутреннем сопротивлении аккумуляторной батареи и в проводах, поэтому снижается напряжение на зажимах электродвигателя стартера. Максимальная сила тока $I_{д.т}$ при полном торможении якоря зависит от напряжения на зажимах электродвигателя и сопротивления его цепи. Вра-

щающий момент $M_{вр}$ увеличивается в соответствии с изменением силы тока I и магнитного потока Φ и достигает своего максимального значения при полном торможении якоря, когда сила тока равна $I_{п.т.}$ При увеличении нагрузки частота вращения n якоря уменьшается от максимального значения — при силе тока холостого хода $I_{х.х.}$, когда якорь не заторможен, до нуля — при полном торможении якоря, обратно пропорционально изменению величины магнитного потока Φ . На режиме холостого хода при силе тока $I_{х.х.}$ частота вращения якоря максимальна. При этом полезный вращающий момент $M_{вр}$ равен нулю, так как электромагнитный вращающий момент затрачивается на преодоление механических и магнитных потерь.

Полезная мощность P электродвигателя достигает максимального значения при силе тока, примерно равной половине максимальной величины $I_{п.т.}$ при полном торможении якоря. Полезная мощность равна нулю при заторможенном якоря, когда $n = 0$, и на режиме холостого хода, когда $M_{вр} = 0$.

В случае уменьшения емкости аккумуляторной батареи, например при понижении температуры электролита, увеличивается внутреннее сопротивление батареи, в результате чего увеличивается падение напряжения ΔU_b , что вызывает уменьшение напряжения U на зажимах электродвигателя стартера. Поэтому уменьшаются сила тока, вращающий момент, частота вращения якоря и мощность электродвигателя (см. пунктирные кривые на рис. 74). Максимальный вращающий момент $M_{вр}$ на валу якоря и мощность электродвигателя стартера зависят от емкости, степени разряженности и температуры аккумуляторной батареи, сопротивления контактов тягового реле и соединительных проводов и от технического состояния электродвигателя стартера. Технические данные некоторых типов стартеров приведены в табл. 10.

§ 28. СТАРТЕРЫ

Стартеры СТ230-А, СТ230-Б, СТ230-К (рис. 75) с принудительным электромагнитным включением, принудительным выключением шестерни привода, роликовой муфты свободного хода и дистанционным управлением. Стартер питается от аккумуляторной батареи напряжением 12 В. Стартеры СТ230-А, СТ230-Б, СТ230-К имеют незначительные конструктивные отличия привода и крышки со стороны привода.

К корпусу 9 винтами крепятся четыре полюсных сердечника, на которые установлены катушки 10 обмотки возбуждения. Обмотка возбуждения разделена на две параллельные ветви, а в каждую ветвь включены по две последовательно соединенных катушки. Катушки обмотки возбуждения электродвигателей всех стартеров наматываются прямоугольным медным проводом большого сечения. Витки катушек изолированы друг от друга кабельной бумагой. Катуш.

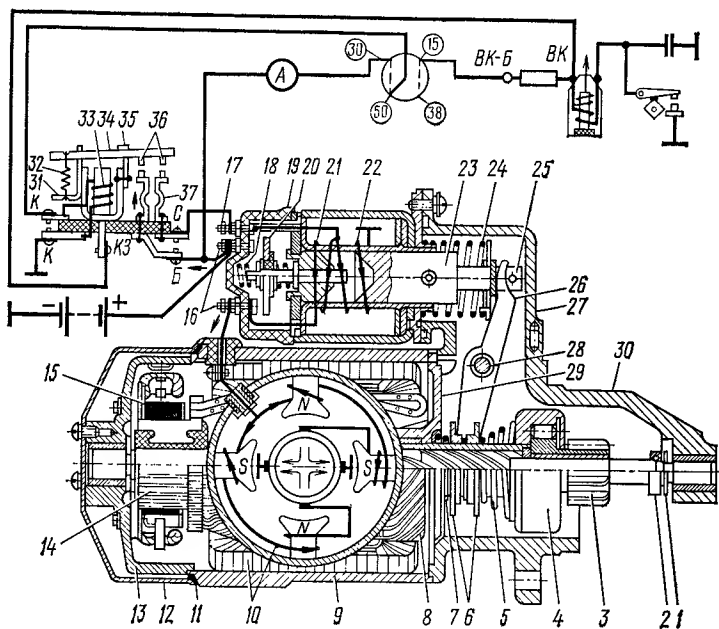


Рис. 75. Стартер СТ230-Б:

1 — регулировочные шайбы; 2 — упорное кольцо; 3 — шестерня; 4 — муфта свободного хода; 5 — буферная пружина; 6 — поводковая муфта; 7 — предбуферная пружина; 8 — якорь; 9 — корпус; 10 — катушка обмотки возбуждения; 11 — резиновый уплотнитель; 12 — защитный кожух; 13, 30 — крышки; 14 — коллектор; 15 — щетка; 16 — зажимы; 17 — вывод обмоток тягового реле; 18, 32 — пружины; 19 — крышка реле; 20 — контактный диск; 21 — втягивающая обмотка; 22 — удерживающая обмотка; 23, 34 — якорьки; 24 — возвратная пружина приводного механизма; 25 — палец поводка; 26 — рычаг привода; 27 — крышка тягового реле; 28 — эксцентриковая ось; 29 — промежуточная опора; 31 — кронштейн подвески пружины; 33 — обмотка реле; 35 — ограничитель подъема якоря; 36 — контакты; 37 — стойки контактов; 38 — выключатель зажигания и стартера с зажимами 15, 30, 50 (цифры в кружочках)

ки оплетены хлопчатобумажной лентой и пропитаны лаком. Якорь 8 электродвигателя состоит из вала, сердечника, набранного из листов электротехнической стали, обмотки и коллектора 14. Обмотка якоря волновая, выполненная прямоугольным проводом. В каждый полужакрытый паз сердечника якоря уложены два провода. В каждой секции обмотки по одному витку. Концы секций укладываются в прорези медных пластин коллектора 14 и припаиваются к пластинам. Витки обмотки изолированы друг от друга и от сердечника якоря электротехническим картоном. Вал якоря вращается

в трех втулках из графитизированной бронзы, запрессованных в крышках 13 и 30 и промежуточной опорной шайбе 29. Осевой люфт (величиной до 1 мм) вала якоря 8 ограничивается регулировочными шайбами 1. Крышки стягиваются между собой двумя болтами. На крышке 13 смонтированы четыре коромысловых щеткодержателя. Два щеткодержателя изолированы от крышки. В щеткодержателях расположены щетки 15 (МГСО), изготовленные из меди, свинца, олова и графита. Добавка свинца и олова способствует снижению искрообразования, уменьшению падения напряжения под щетками и меньшему износу коллектора. Для хорошего контакта щетки прижимаются к коллектору пружинами.

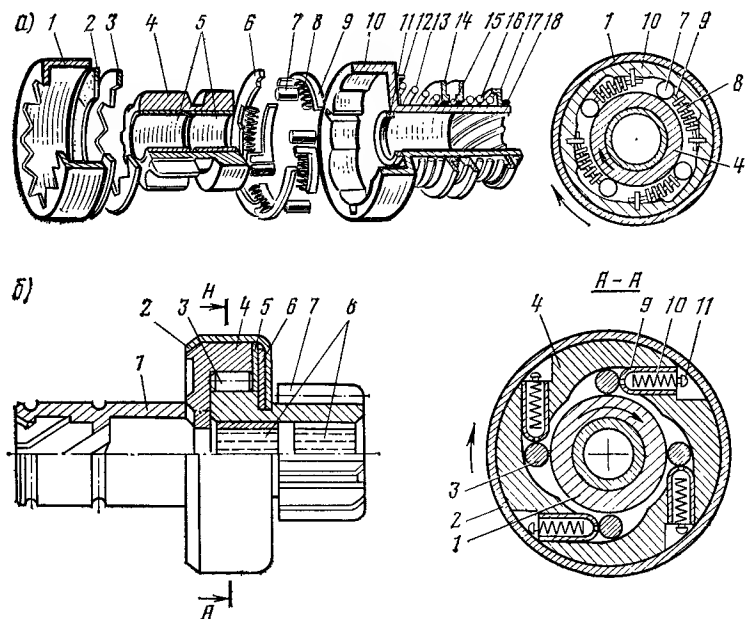


Рис. 76. Муфта свободного хода:

а — бесплужерная:

1 — кожух; 2 — войлочный уплотнитель; 3 — шайба; 4 — шестерня с ведомой обоймой; 5 — бронзовые втулки; 6 — держатель пружин; 7 — ролик; 8 — пружина; 9 — толкатель; 10 — ведущая обойма со шлицевой втулкой; 11 — втулка; 12, 17 — опорные шайбы; 13 — буферная пружина; 14 — поводковая муфта; 15, 18 — стопорные кольца; 16 — предбуферная пружина;

б — плужерная:

1 — втулка; 2 — кожух; 3 — ролик; 4 — ведущая обойма; 5, 6 — шайбы; 7 — шестерня с ведомой обоймой; 8 — бронзовые втулки; 9 — плужер; 10 — пружина; 11 — упор пружины

Герматизация внутренней полости корпуса 9 обеспечивается установкой защитного кожуха 12 с резиновым уплотнителем 11. По винтовым шлицам якоря перемещается механизм привода стартера, состоящий из шлицованной втулки шестерни 3, роликовой муфты 4 свободного хода, поводковой муфты 6, двух пружин 5 и 7.

Муфта свободного хода обеспечивает передачу вращающего момента только с вала якоря на венец маховика и предупреждает вращение якоря от маховика после пуска двигателя, предохраняя якорь от разноса при повышенной частоте вращения.

В бесплунжерной муфте (рис. 76, а) ведущая обойма 10 выполнена заодно со шлицованной втулкой и имеет четыре клиновидных паза, в которые устанавливаются четыре ролика 7. Ролики поджимаются в узкую часть паза пружинами 8 через Г-образные толкатели 9. Пружины упираются в кронштейны держателя 6. Держатель фиксируется в вырезах ведущей обоймы 10. Шестерня 4 выполнена заодно с ведомой обоймой. Упорная шайба 3 ограничивает осевое смещение роликов и шестерни. Войлочный уплотнитель 2 предотвращает загрязнение муфты. Кожух 1 после сборки муфты завальцовывается на ведущей обойме. На ступице ведущей обоймы установлена поводковая муфта 14, состоящая из двух полумуфт. Одна полумуфта (на рисунке левая) при включении стартера воздействует на буферную пружину 13, а другая (на рисунке правая) при выключении — на предбуферную пружину 16. Стопорное кольцо 15 фиксирует обе полумуфты в исходном положении.

В плунжерной муфте на шлицевой втулке 1 (см. рис. 76, б) жестко укреплена ведущая обойма 4. В ней выполнены четыре клиновидных паза, в которые установлены ролики 3, отжимаемые в сторону узкой части паза усилием пружин 10 плунжеров 9. Пружины 10 падают на упоры 11 плунжеров. Шестерня 7 выполнена вместе с ведомой обоймой. Упорные шайбы 5 и 6 ограничивают осевое перемещение роликов 3. Обойма 4 защищена кожухом 2. При включении стартера вращающий момент от ведущей обоймы 10 (см. рис. 76, а) передается на шестерню 4 ведомой обоймы роликами 7, так как усилием пружин 8 через толкатели 9 ролики заклиниваются в узкой части паза между ведущей обоймы 10 и шестерней 4 ведомой обоймы. После пуска двигателя маховик будет вращать шестерню привода быстрее, чем ее вращает якорь стартера. В этот период произойдет расклинива-

ние роликов, так как в данный момент ведущей становится шестерня 4 ведомой обоймы, которая, вращаясь с большей скоростью по сравнению с ведущей обоймой 10, увлекает ролики в широкую часть паза, и вращение от коленчатого вала не будет передаваться валу якоря. Плунжерная муфта работает так же, как и бесплунжерная.

Тяговое реле (см. рис. 75) служит для принудительного ввода шестерни привода в зацепление с венцом маховика и подключения электродвигателя стартера к аккумуляторной батарее. В электрическую цепь между обмотками тягового реле и аккумуляторной батареей введено вспомогательное реле включения, которое служит для включения электрической цепи обмоток тягового реле при пуске двигателя и разгружает контакты выключателя зажигания от большой силы тока. В тяговом реле РС230 на латунной втулке намотаны две обмотки: втягивающая (последовательная) 21 и удерживающая (параллельная) 22. Начала обмоток соединены с выводом 17, расположенном в пластмассовой крышке 19. Конец втягивающей обмотки соединен с контактным зажимом 16, а конец удерживающей обмотки с корпусом. В обеих обмотках ток проходит в одном направлении, что обеспечивает сильное намагничивание якорька. Якорек 23 свободно перемещается в латунной втулке и отжимается возвратной пружиной 24 в исходное положение. Контактный диск 20 свободно установлен на штоке между изоляционными шайбами и втулкой, что позволяет ему проворачиваться и перекашиваться, а за счет сжатия пружин — перемещаться вдоль оси штока. Такое крепление контактного диска обеспечивает большую площадь контакта его с зажимами 16 тягового реле. Контактный диск 20 отжимается от зажимов реле пружиной 18, что обеспечивает быстрое отключение электродвигателя от аккумуляторной батареи. Крышка 27 тягового реле защищает привод от загрязнения. В палец 25 поводка тягового реле упирается рычаг 26 привода, имеющий эксцентриковую ось 28. Второй конец рычага входит в поводковую муфту 6 привода.

Реле включения. У реле включения РС507-Б две пары серебряных контактов 36. Стойки 37 контактов соединены с зажимами С и Б. Якорек, ярмо и сердечник являются магнитопроводом. Сердечник соединен с зажимом КЗ. Обмотка 33 реле соединена с двумя зажимами К. Контакты реле замыкаются при напряжении на зажимах обмотки 6—9 В и размыкаются при напряжении 2—4 В.

Работа стартера и вспомогательных реле заключается в следующем. При установке ключа выключателя зажигания и стартера во второе правое положение ток из аккумуляторной батареи проходит по цепи обмотки 33 (см. рис. 75) реле включения. Цепь тока: плюсовой вывод батареи — зажим тягового реле — амперметр — выключатель зажигания — зажим *К* реле включения — обмотка — второй зажим *К* реле включения — корпус — минусовой вывод батареи. Ток, проходящий по обмотке реле, намагничивает сердечник и контакты реле замыкаются. Вначале замыкаются контакты, соединенные с зажимом *Б*, и ток от аккумуляторной батареи будет проходить в цепи первичной обмотки катушки зажигания, минуя дополнительный резистор. Затем замыкаются контакты, соединенные с зажимом *С*, и ток будет проходить в цепи обмоток тягового реле стартера. Цепь тока обмоток тягового реле: плюсовой вывод батареи — зажим *Б* реле включения — контакты 36 — зажим *С* реле — зажим 17 обмоток тягового реле, а затем разветвляется на две параллельные ветви. Удерживающая обмотка 22 — корпус — минусовой вывод батареи; втягивающая обмотка 21 — обмотка 10 возбуждения электродвигателя стартера — изолированные щетки — коллектор — обмотка якоря — коллектор — щетки, соединенные с корпусом, — корпус — минусовой вывод батареи. При втягивании якорька 23 через рычаг 26 шестерни 3 привода перемещается по ленточной нарезке вала и входит в зацепление с венцом маховика. При полном втягивании якорька тягового реле шестерня привода не доходит до упорного кольца 2 на 4—5 мм, а затем благодаря ленточной нарезке вала якоря втулка привода будет перемещаться дополнительно на 3—5 мм. Якорек 23 реле при втягивании перемещает шток, а вместе с ним медный контактный диск 20, замыкающий два зажима 16, к которым крепятся провода от электродвигателя стартера и батареи, в результате чего в цепи электродвигателя стартера будет проходить рабочий ток. В момент прижатия контактного диска к зажимам реле произойдет шунтирование диском цепи втягивающей обмотки 21, поэтому тока в ней не будет, а якорек во втянутом положении будет удерживаться одной удерживающей обмоткой 22 (шунтирование втягивающей обмотки уменьшает нагрузку на аккумуляторную батарею). В этот период работы возвратная пружина 24 будет сжата. После пуска двигателя снимают усилие с ключа и он сам устанавливается в первое рабочее положение.

ние, выключая цепь обмотки реле включения. Усилением пружины якорька 34 произойдет размыкание контактов 36, которые выключают цепь обмоток тягового реле. Намагничивание якорька 23 прекратится и возвратная пружина 24 выведет якорек из латунной втулки, контактный диск 20 отойдет от зажимов 16 тягового реле и электродвигатель стартера отключится от батареи.

Одновременно якорек 23 переместит рычаг 26, который своим нижним плечом, воздействуя на поводковую муфту 6, выведет шестерню 3 привода стартера из зацепления с венцом маховика. Если при включении стартера торцы зубьев его шестерни упрутся в торцы зубьев маховика, то буферная пружина 5 привода сожмется вследствие втягивания якорька 23 внутрь тягового реле. Когда контактный диск 20 подключит электрическую цепь стартера к аккумуляторной батарее, якорь стартера начнет вращаться, а сжатая пружина 5 привода быстро введет шестерню стартера в зацепление с венцом маховика. В случае заклинивания шестерни 3 привода в венце маховика в момент выключения стартера возвратная пружина 24 перемещает через рычаг 26 левую половину поводковой муфты 6, сжимая предбуферную пружину 7, что позволяет контактному диску 20 отойти от зажимов 16 тягового реле, тем самым предотвращается разряд батареи через электродвигатель стартера.

Стартер СТ221 (22.3708) (рис. 77) — с принудительным электромагнитным включением, принудительным выключением шестерни привода, бесплунжерной роликовой муфтой свободного хода и дистанционным управлением. Якорь стартера имеет торцовый коллектор. Электродвигатель стартера смешанного включения катушек обмотки возбуждения питается от аккумуляторной батареи 12 В. Для ограничения частоты вращения якоря 3 (см. рис. 77, а) на холостом ходу обмотка возбуждения имеет параллельную обмотку, состоящую из двух катушек 41 (см. рис. 77, б), выполненных из большого числа витков тонкого изолированного провода. Для уменьшения коррозии полюсные сердечники 2 (см. рис. 77, а) и корпус 1 анодированы. Крышка 33 выполнена из алюминиевого сплава, что улучшает отвод тепла от щеткодержателей. Вал якоря вращается в двух металлокерамических скользящих подшипниках с большой площадью трения. Осевой люфт вала якоря регулируется изменением толщины шайб 16. Обмотка якоря укладывается в полузакрытые пазы сердечника, что предот-

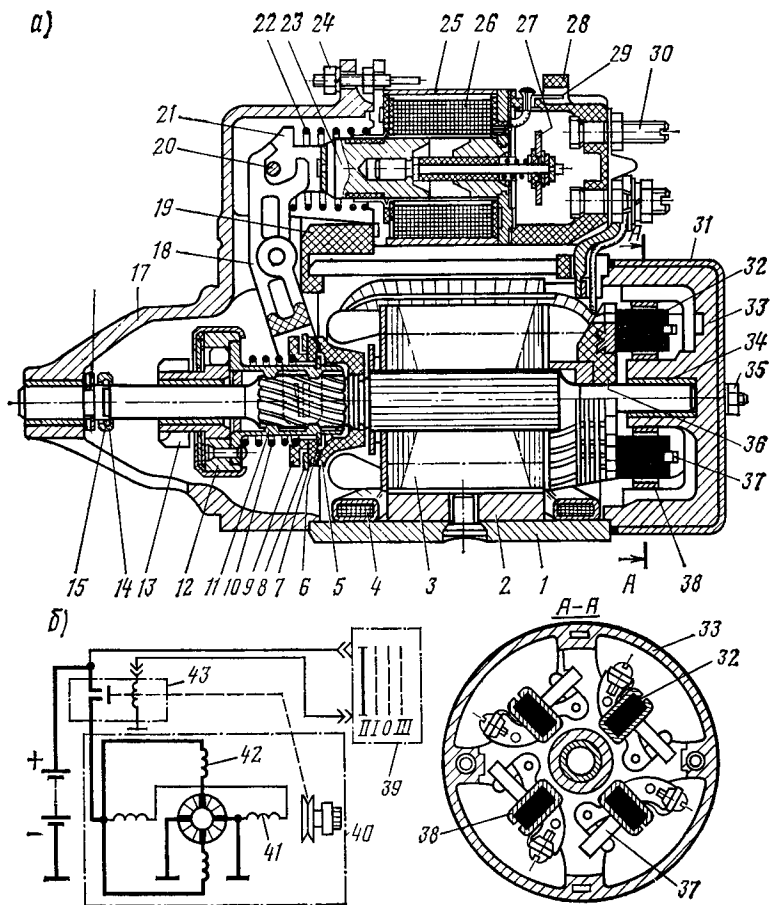


Рис. 77. Стартер СТ221 с торцовым коллектором:

а — общий вид;

1 — корпус; 2 — полюсный сердечник; 3 — якорь; 4 — обмотка возбуждения; 5 — фланец; 6 — запирающее кольцо; 7 — упорный фланец; 8 — поводковое кольцо; 9 — поводковая муфта; 10 — буферная пружина; 11 — шлицевая втулка; 12 — муфта свободного хода; 13 — шестерня; 14 — упорное кольцо; 15 — замочное кольцо; 16 — регулировочные шайбы; 17 и 33 — крышки; 18 — рычаг; 19 — резиновая заглушка; 20 — палец поводка; 21 — поводок; 22 — возвратная пружина; 23 — якорек; 24 — шпилька крепления реле; 25 — тяговое реле; 26 — обмотка; 27 — контактная пластина; 28 — крышка реле; 29 — штекерный вывод обмотки реле; 30 — зажим; 31 — защитный кожух; 32 — щетка; 34 — подшипник; 35 — стяжной болт; 36 — торцевой коллектор; 37 — пружина щетки; 38 — щеткодержатель;

б — принципиальная схема;

39 — выключатель зажигания и стартера; 40 — электродвигатель и механизм привода; 41 — катушка параллельной обмотки; 42 — катушка последовательной обмотки; 43 — тяговое реле

вращает выброс проводников обмотки из пазов. Применение плоского торцового коллектора 36 снижает расход меди, а также износ и загрязнение щеточно-коллекторного узла, что повышает надежность и долговечность стартера. Как и в других стартерах, щетки прижимаются к коллектору пластинчатыми пружинами. Тяговое реле 25 стартера имеет одну обмотку 26, один конец которой припаян на корпус, а другой — к штекерному выводу 29. Реле крепится к крышке стартера тремя шпильками 24. Контактная пластина 27 — медная, прямоугольной формы, нагружена слабой пружиной. Зажимы 30 подключения проводов от стартера и аккумуляторной батареи и штекерный вывод 29 обмотки реле смонтированы в пластмассовой крышке 28. Цепь тока обмотки тягового реле включается непосредственно выключателем зажигания. Якорек 23 реле соединен заклепкой с поводком 21. Палец 20 поводка усилием возвратной пружины 22 поджимается к пластмассовому рычагу 18. Уплотнительная резиновая заглушка 19 герметизирует тяговое реле. Нижний конец пластмассового рычага 18 шарнирно соединяется с двумя шипами стального поводкового кольца 8. При работе реле рычаг через поводковое кольцо 8 передает усилие на пластмассовую поводковую муфту 9, которая через буферную пружину 10 перемещает шлицевую втулку 11 и вместе с ней муфту свободного хода 12 и шестерню 13 по червячной нарезке вала якоря.

Поводковая муфта 9 вместе с поводковым кольцом 8 и пластмассовым упорным фланцем 7 крепятся на шлицевой втулке 11 запорным кольцом 6. Ход шестерни 13 при зацеплении с венцом маховика ограничивается упорным кольцом 14. Это кольцо фиксируется на валу замочным кольцом 15. При выводе шестерни 13 из венца маховика ход шестерни, вместе с шлицевой втулкой 11, ограничивается упором фланца 7 о коническую поверхность пластмассового фланца 5.

Бесплунжерная муфта свободного хода имеет три ролика, расположенные относительно друг друга под углом 120°.

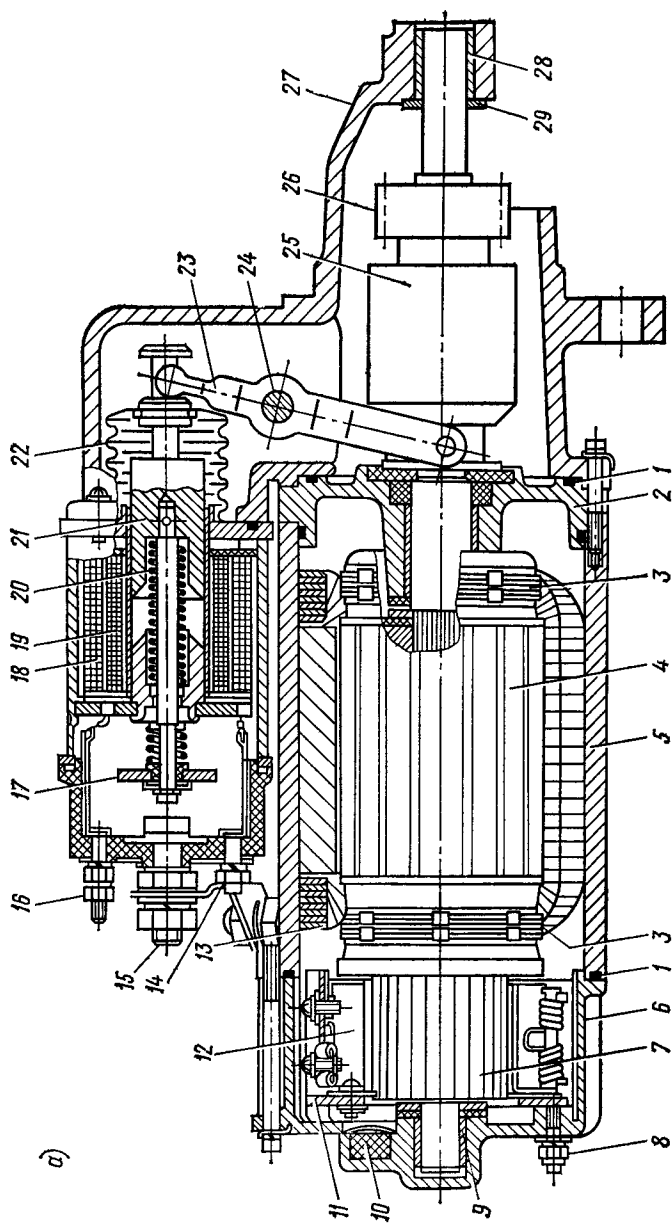
Стартер СТ142 (рис. 78) — с принудительным электромагнитным включением, принудительным выключением шестерни привода, с храповой муфтой свободного хода и дистанционным управлением, питается от аккумуляторных батарей напряжением 24 В. Вследствие большого вращающего момента на валу якоря роликовая муфта свободного

хода не обеспечивает надежную работу привода, поэтому в данном стартере применен привод с храповой муфтой. Для уменьшения сопротивления обмотка якоря 4 (см. рис. 78, а) и обмотка возбуждения 13 выполнены прямоугольным проводом большого сечения, а в каждый щеткодержатель установлено по две щетки 12. Щеткодержатели прикреплены к траверзе 11, которая крепится к крышке 6 четырьмя болтами 8. Два щеткодержателя изолированы от траверзы. Каждая щетка прижимается пружиной к коллектору. Обмотка возбуждения имеет две параллельные ветви.

Якорь 4 вращается в трех скользящих подшипниках, смазывающихся турбинным маслом, которым пропитаны фильцы 10, заложенные в карманы крышек 6, 27 и среднего подшипника.

Стартер герметизирован. Под крышками стартера и тягового реле, а также под гайками выводов обмоток стартера и реле установлены резиновые уплотнители 1, что предотвращает попадание воды внутрь стартера при преодолении автомобилем глубокого брода. Гофрированный резиновый кожух 22 герметизирует внутреннюю полость тягового реле.

Подключение и отключение аккумуляторной батареи осуществляется электромагнитным выключателем 1 (рис. 78, б) в цепь обмотки которого включены нормально замкнутые контакты контактора 8 и кнопочный выключатель 9. Для включения цепи обмотки следует нажать кнопку 9. Во включенном положении выключатель фиксируется замочным устройством. После включения выключателя 7 приборов и стартера нормально замкнутые контакты контактора 8 размыкаются и отключают цепь питания обмотки выключателя батареи. Отключение цепи обмотки выключателя батареи необходимо для предотвращения возникновения импульсных перенапряжений в цепи генератор — батарея, опасных для полупроводниковых приборов. Тяговое реле привода и реле включения устроены и работают аналогично таким же реле стартера СТ230. Включение и выключение стартера осуществляется выключателем 7. При повороте ключа во второе правое положение включается цепь обмотки реле включения 5. При срабатывании реле включения происходит замыкание его контактов, что обеспечивает включение цепи втягивающей и удерживающей обмоток тягового реле 3.



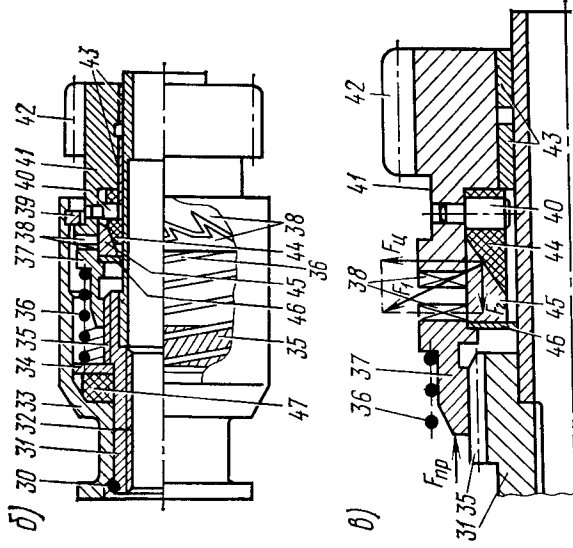
a)

Рис. 78. Стартер СТ142:

а — общий вид; б — муфта привода; в — схема сил, действующих на детали центробежного механизма привода после пуска двигателя;

1 — резиновый уплотнитель; 2 — средний подшипник; 3 — бандаж; 4 — якорь; 5 — корпус; 6, 27 — крышки; 7 — коллектор; 8 — болт крепления траверсы щеткодержателей; 9, 28 — подшипники; 10 — фиды; 11 — траверза щеткодержателей; 12 — щетки; 13 — обмотка возбуждения; 14 — соединительные шины; 15 — осевые зажимы; 16 — зажим обмоток реле; 17 — контактный диск; 18 — втягивающая обмотка; 19 — удерживающая обмотка; 20 — возвратная пружина; 21 — якорек; 22 — резиновый кожух; 23 — рычаг привода; 24 — эксцентриковая ось; 25 — привод; 26, 42 — шестерня; 29 — упорная шайба; 30, 39 — замочные кольца; 31 — шлицевая втулка; 32 — прямые шлицы; 33 — корпус; 34, 46 — опорные шайбы; 35 — винтовые шлицы; 36 — пружина; 37 — ведущая полумуфта с зубцами; 38 — зубцы полумуфты; 40 — штифт; 41 — ведомая полумуфта с зубцами; 43 — вращающееся кольцо; 47 — резиновое демпфирующее кольцо;

г — принципиальная схема; 1 — выключатель аккумулятора; 2 — электродвигатель и механизм привода; 3 — тяговое реле; 4 — дублирующий выключатель; 5 — реле включения; 6 — амперметр; 7 — выключатель приборов и стартера; 8 — контактор; 9 — кнопка включения аккумулятора



2) 3) 4) 5) 6) 7) 8) 9) 10) 11) 12) 13) 14) 15) 16) 17) 18) 19) 20) 21) 22) 23) 24) 25) 26) 27) 28) 29) 30) 31) 32) 33) 34) 35) 36) 37) 38) 39) 40) 41) 42) 43) 44) 45) 46) 47) 48) 49) 50) 51) 52) 53) 54) 55) 56) 57) 58) 59) 60) 61) 62) 63) 64) 65) 66) 67) 68) 69) 70) 71) 72) 73) 74) 75) 76) 77) 78) 79) 80) 81) 82) 83) 84) 85) 86) 87) 88) 89) 90) 91) 92) 93) 94) 95) 96) 97) 98) 99) 100)

В период прохождения тока по обмоткам тягового реле происходит втягивание якорька 21 (см. рис. 78, а) и контактный диск 17 замыкает зажимы 15, соединяя напрямую стартер с аккумуляторной батареей. При втягивании якорька 21 тягового реле происходит сжатие возвратной пружины 20 и перемещение рычага 23, который вводит в зацепление шестерню 26 привода в венец маховика. Стартер начнет работать в режиме пуска двигателя. Как только двигатель начнет работать, нужно сразу же отпустить ключ, что необходимо для выключения цепи обмотки реле включения и, следовательно, цепи обмоток тягового реле. После выключения электрической цепи обмоток тягового реле возвратная пружина 20 в якорьке 21 реле обеспечит вывод шестерни привода из венца маховика и отвод контактного диска 17 от зажима 15 реле. При поднятой кабине стартер можно включить дублирующим выключателем 4 (см. рис. 78, з), установленным в моторном отсеке.

Привод стартера устанавливается на прямые шлицы вала якоря. Привод имеет храповую муфту свободного хода, которая состоит из корпуса 33 (см. рис. 78, б), ведущей 37 и ведомой 41 полу муфт с зубцами 38, шлицевой втулки 31, трех текстолитовых сухарей 44 со штифтами 40, конусного кольца 45, пружины 36, резинового демпфирующего кольца 47 и замочных колец 30 и 39. Сухари 44 центробежного разъединительного устройства расположены во внутренней полости ведомой полу муфты 41 под углом 120°. Сухари свободно перемещаются вдоль оси штифтов 40. Ведущая полу муфта 37 перемещается по винтовым шлицам 35 втулки 31. Усилия пружины 36 обеспечивается зацепление зубцов 38 обеих полу муфт.

В период работы стартера вращающий момент с зубцов 38 ведущей полу муфты 37 передается на зубцы ведомой полу муфты 41, а затем на шестерню 42 привода, а следовательно, и на венец маховика. При передаче вращения через винтовые шлицы возникает осевое усилие, обеспечивающее сильный прижим ведущей полу муфты к ведомой.

Как только двигатель начнет работать, то до момента выключения цепи стартера некоторое время венец маховика будет вращать шестерню 42 привода с ведомой полу муфтой 41 и сухарями 44 быстрее ведущей полу муфты 37, получающей вращение от вала якоря. Зубцы 38 (см. рис. 78, б) ведомой полу муфты 41 будут скользить нерабочей выпуклой поверхностью по выпуклой нерабочей поверхности зубцов

ведущей полумуфты 37. В результате скольжения зубцов происходит отбрасывание ведущей полумуфты и сжатие пружины 36, что обеспечивает разъединение полумуфт.

При вращении сухарей возникает центробежная сила $F_{ц}$ (см. рис. 78, е), под действием которой сухари, перемещаясь по штифтам 40 в радиальном направлении, прижимаются своими коническими поверхностями к конической поверхности конусного кольца 45. В результате трения конических поверхностей сухарей и кольца возникает осевая сила F_2 , которая и обеспечивает удержание храпового механизма в расцепленном состоянии, а поэтому предотвращается износ зубьев храповой муфты.

Если в период включения стартера зуб шестерни привода попадет в торец зуба венца маховика, то шестерня 42 (см. рис. 78, б), сжимая пружину 36, перемещает ведущую полумуфту 37 по винтовым шлицам 35 направляющей втулки 31, в результате чего произойдет поворот полумуфты 37, а следовательно, и шестерни на 28—30°, что обеспечит ввод шестерни в зацепление с венцом маховика.

§ 29. УСТРОЙСТВА ДЛЯ ОБЛЕГЧЕНИЯ ПУСКА ДВИГАТЕЛЯ ПРИ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ

Для облегчения пуска двигателя в условиях низких температур применяют различные подогреватели воздуха во впускном трубопроводе дизельных двигателей, а также жидкости в системе охлаждения и масла в поддоне картера карбюраторных и дизельных двигателей. Подогрев воздуха во впускном трубопроводе и жидкости в системе охлаждения обеспечивают более полное испарение топлива и хорошее перемешивание его паров с воздухом в цилиндрах двигателя. В результате создаются условия быстрого воспламенения и полного сгорания топливовоздушной смеси. Подогрев масла в системе смазки снижает его вязкость, что способствует повышению частоты вращения коленчатого вала при пуске двигателя стартером.

Пусковой подогреватель автомобилей ГАЗ-53А и ГАЗ-66 имеет котел, жидкостная рубашка которого включена в систему охлаждения двигателя. Во внутренней части котла имеется камера сгорания, в которую топливо подается из топливного бачка, а воздух нагнетается вентилятором. Топливозвоздушная смесь в камере сгорания

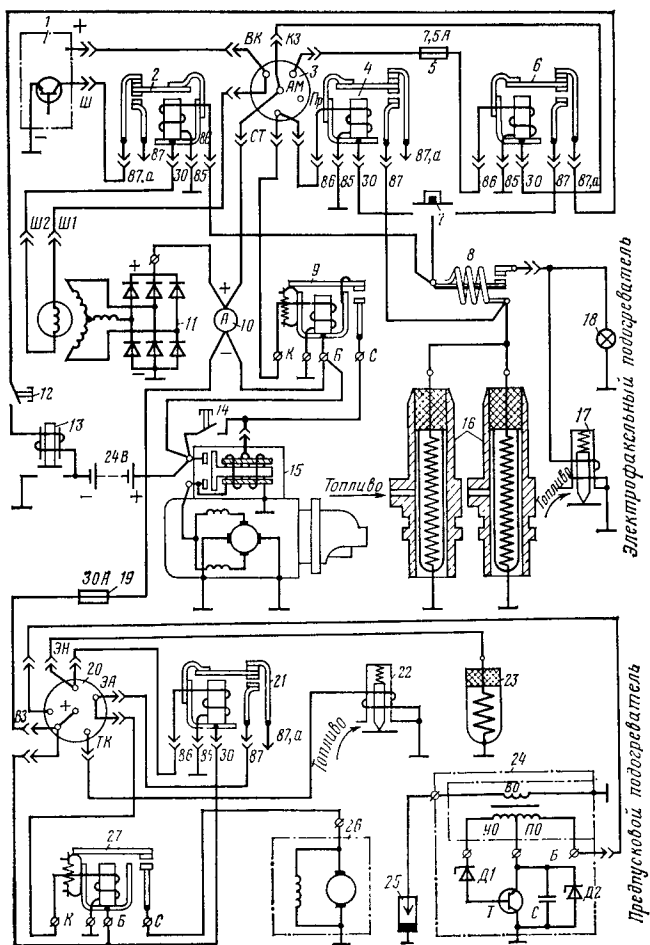


Рис. 79. Схема системы пуска дизельного двигателя:

1 — регулятор напряжения; 2 — реле отключения обмотки возбуждения генератора; 3 — выключатель приборов и стартера; 4 — реле выключения дополнительного резистора электрофакельного подогревателя; 5 и 19 — плавкие предохранители; 6 — контактор электрофакельного подогревателя; 7 — выключатель электрофакельного подогревателя; 8 — дополнительный резистор с термореле; 9 — реле включения стартера; 10 — амперметр; 11 — генератор; 12 — кнопка включения аккумуляторной батареи; 13 — выключатель аккумуляторной батареи; 14 — кнопка включения стартера; 15 — стартер; 16 — электрофакельные свечи; 17 — топливный клапан; 18 — контрольная лампа; 20 — переключатель предпускового подогревателя; 21 — реле электронегревателя топлива; 22 — топливный клапан; 23 — электронегреватель топлива; 24 — транзисторный коммутатор; 25 — свеча зажигания; 26 — электродвигатель насоса и вентилятора; 27 — реле электродвигателя; ПО — первичная обмотка катушки зажигания; УО — управляющая обмотка; ВО — вторичная обмотка катушки; Д1 и Д2 — стабилитроны; Т — транзистор; С — конденсатор

котла воспламеняется свечой накаливания. Последовательно спирали накаливания свечи включается дополнительный резистор, установленный в кабине на щитке управления подогревателем. По накалу спирали резистора судят о работе свечи. Свечу оставляют включенной до начала устойчивого горения в котле. После выключения свечи горение топливовоздушной смеси происходит от самовоспламенения. Нагретая вода поступает из котла в рубашку охлаждения двигателя, обеспечивая подогрев стенок цилиндров. Горячие газы при выходе из котла отражаются на поддон картера двигателя и подогревают масло.

Электрофакельный подогреватель служит для подогрева воздуха во впускном трубопроводе дизельного двигателя с целью ускорения пуска и прогрева холодного двигателя при температуре окружающего воздуха до — 25° С.

Электрофакельные штифтовые свечи 16 (рис. 79) ввернуты во впускные трубопроводы и соединены трубками с электромагнитным топливным клапаном 17. Топливо к клапану подается под избыточным давлением топливоподкачивающего насоса системы питания двигателя. После включения выключателя 3 приборов и стартера нормально замкнутые контакты контактора 6 размыкаются, отключая цепь кнопки 12 выключателя 13 батареи, а нормально разомкнутые контакты замыкаются, подключая кнопочный выключатель 7 к аккумуляторной батарее. После включения выключателя 7 напряжение подается на спирали свечей 16 через дополнительный резистор 8 с термореле. Одновременно реле 2 отключает цепь обмотки возбуждения генератора 11. Отключение обмотки возбуждения генератора необходимо для предохранения свечей от перегрева при работающем генераторе, так как свечи рассчитаны на работу от аккумуляторной батареи (при меньшей величине напряжения, чем у генератора). Когда нагревательный элемент свечей и дополнительный резистор разогреваются до необходимой температуры, контакты термореле дополнительного резистора 8 замыкаются, включая контрольную лампу 18, расположенную на щитке приборов, и топливный клапан 17. Топливо от подкачивающего насоса через клапан 17 подается к свечам 16. Соприкасаясь с нагретыми деталями свечи топливо испаряется и воспламеняется, а образующийся факел подогревает воздух во впускном трубопроводе. При установке ключа выключателя 3 в положение «11» реле 9

включает цепь обмоток тягового реле стартера 15, а реле 4 шунтируя дополнительный резистор 8, подключает свечи 16 на полное напряжение батареи, что необходимо для поддержания необходимой температуры свечей.

После пуска двигателя и возвращения ключа выключателя 3 в положение «II» водитель, удерживая кнопку выключателя 7, имеет возможность некоторое время поддерживать горение факела во впускных трубопроводах, что способствует быстрому прогреву двигателя.

Предпусковой подогреватель предназначен для нагрева жидкости в системе охлаждения и масла в поддоне картера дизельного двигателя перед пуском при температуре окружающего воздуха ниже — 25° С. Нагрев жидкости в системе охлаждения происходит за счет сгорания топливовоздушной смеси в котле подогревателя, а нагрев масла — за счет нагрева поддона продуктами сгорания топлива. На автомобилях устанавливают предпусковой подогреватель типа ПЖД-30, электрическая часть которого (см. рис. 79) состоит из переключателя 20, реле 27, электродвигателя 26, реле 21, электронагревателя 23 топлива, электромагнитного топливного клапана 22, транзисторного коммутатора 24 и свечи зажигания 25. Управление работой подогревателя осуществляется переключателем 20. Сначала рычажок переключателя устанавливают в положение «III», при этом реле 27 включает электродвигатель 26, а реле 21 включает нагреватель 23 топлива. При этом происходит подогрев топлива в специальной камере котла подогревателя и продувка котла. Затем рычажок переключателя 20 переводят в положение «I», при котором включаются электромагнитный клапан 22 подачи топлива и транзисторный коммутатор 24, и включается цепь обмотки реле 21. Нижние (по рисунку) контакты реле 21 замыкаются и включают электронагреватель 23 топлива. Топливо, поступающее через клапан 22, распыляется форсункой, смешивается с воздухом, подаваемым вентилятором, установленным на валу электродвигателя 26 и воспламеняется от свечи 25. Высокое напряжение на свечу 25 подается от транзисторного коммутатора 24.

Коммутатор состоит из катушки, включающей первичную обмотку ПО, управляющую обмотку УО и вторичную обмотку ВО; транзистора Т, стабилитронов Д1 и Д2 и конденсатора С.

Принцип действия транзисторного коммутатора. При установке рычажка переключателя 20 (см. рис. 79) в поло-

жение / из аккумуляторной батареи по первичной обмотке ПО катушки идет ток заряда конденсатора С. В управляющей обмотке УО при этом будет индуцироваться э. д. с., направленная на переход эмиттер — база транзистора Т в прямом направлении, и поэтому из обмотки УО по указанному переходу пойдет ток управления. Транзистор будет открываться, сопротивление перехода эмиттер — коллектор снижается, что приводит к увеличению силы тока в первичной обмотке, а следовательно, и э. д. с. в управляющей обмотке. Конденсатор С разряжается через транзистор. При полном открытии транзистора сила тока в цепи первичной обмотки ПО устанавливается максимальной величины, а поэтому и магнитный поток ее не будет изменяться. В результате не будет индуцироваться э. д. с. в управляющей обмотке УО. Прекратится прохождение тока управления в цепи транзистора, транзистор запирается, что вызовет уменьшение силы тока в первичной обмотке ПО. В управляющей обмотке УО индуцируется импульс э. д. с., действующий уже в другом направлении, т. е. к стабилитрону Д1. Он будет действовать на транзистор в запирающем направлении. Транзистор запирается, что вызовет прерывание тока в первичной обмотке ПО катушки зажигания. Магнитный поток вокруг обмоток катушки зажигания будет уменьшаться и магнитные линии будут пересекать витки вторичной обмотки ВО. В этой обмотке будет индуцироваться э. д. с. большой величины, которая создает искру между электродами свечи 25 зажигания. Стабилитроны Д1 и Д2 и конденсатор С защищает транзистор от перенапряжения.

§ 30. ОСНОВНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ СИСТЕМЫ ПУСКА

Неисправности, возникающие в системе пуска, характеризуются следующими основными признаками: стартер не включается; тяговое реле стартера включается, но коленчатый вал двигателя не вращается; тяговое реле стартера не включается, слышен щелчок контактов реле включения; стартер включается, но якорь вращается с малой частотой или вообще не вращается; при включении стартера слышны частые удары шестерни провода о венец маховика; якорь электродвигателя вращается с большой частотой, а вал двигателя не вращается; при включении стартера слышен скрежет шестерни привода, которая не входит в зацепление с венцом маховика; стартер не выключается.

На работу системы пуска большое влияние оказывает состояние аккумуляторной батареи. Значительный разряд батареи приводит к снижению напряжения на зажимах исправного стартера. Снижается мощность электродвигателя стартера, и коленчатый вал двигателя не проворачивается или вращается слишком медленно. У неисправной или сильно разряженной батареи напряжение в момент включения стартера резко снижается, поэтому тяговое реле или реле включения отключает цепь. При отключении цепи напряжение батареи повышается и реле вновь замыкает цепь. Таким образом, стартер включается и сразу же выключается, поэтому слышен повторяющийся частый стук шестерни привода о венец маховика или треск реле включения стартера.

Рассмотрим основные неисправности в системе пуска при условии исправной и заряженной аккумуляторной батареи.

Стартер не включается. Тяговое реле стартера включается, но коленчатый вал двигателя не вращается, при следующих неисправностях аппаратов системы: сильное подгорание контактов и диска тягового реле; нарушение контакта щеток с коллектором. Для проверки электродвигателя стартера соединяют проводником большого сечения (10—15 мм²) зажимы тягового реле. Если при этом якорь будет вращаться, то электродвигатель исправен и нужно зачистить контактные поверхности болтов тягового реле и контактного диска. Сильно подгоревшие контактные болты можно повернуть на 180° вокруг оси. Если якорь электродвигателя стартера не вращается, нужно проверить состояние коллектора, щеток и плотность соединения обмоток и канатиков щеток. Подгоревший коллектор зачищают стеклянной шкуркой зернистостью 80—100 и продувают сжатым воздухом. Сильно изношенный коллектор, а также коллектор с выступающей над пластинами изоляцией протачивают. Углублять изоляцию между пластинами коллектора не следует, так как в углублениях будет скапливаться щеточная пыль, что вызовет витковое замыкание секции обмотки якоря. Зависание щеток устраняется очисткой щеток и щеткодержателей.

Тяговое реле стартера не включается, слышен щелчок контактов реле включения. Причины неисправности: сильное окисление или подгорание контактов реле включения; обрыв провода, соединяющего реле включения с зажимом

обмоток тягового реле; обрыв втягивающей обмотки тягового реле. Для проверки реле включения соединяют между собой зажимы Б и С реле (см. рис. 75). Окисленные и подгоревшие контакты зачищают стеклянной шкуркой зернистостью 100—140. Провод и обмотку тягового реле на обрыв можно проверить с помощью контрольной лампы.

Стартер включается, но якорь вращается с малой частотой или вообще не вращается при следующих неисправностях: сильное окисление выводов аккумуляторной батареи или наконечников проводов; слабая затяжка наконечников проводов; окислены контакты тягового реле; окислен или замаслен коллектор; сильно изношены щетки; ослабли пружины щеткодержателей; замыкание на корпус обмотки возбуждения или обмотки якоря; загустение смазки двигателя. Окисленные наконечники проводов и выводы батареи зачищают, смазывают техническим вазелином и надежно затягивают крепления проводов. Окисленные контактные поверхности реле и коллектор зачищают. Замасленный коллектор протирают тряпкой, смоченной в бензине. Не допускается попадание бензина в подшипники крышки во избежание вымывания смазки. Щетки, изношенные по высоте менее величин, указанных в табл. 10, заменяются. Натяжение пружин проверяется динамометром; ослабевшие пружины заменяются.

При включении стартера слышны частые удары шестерни привода о венец маховика; коленчатый вал двигателя не вращается. Эти признаки вызываются следующими основными неисправностями: нарушение контакта в соединении наконечников проводов, обрыв удерживающей обмотки тягового реле, нарушение регулировки реле включения. В момент замыкания контактов тягового реле втягивающая обмотка закорачивается и тока в ней не будет, а если удерживающая обмотка оборвана, то возвратная пружина размыкает контакты и выводит шестерню привода из зацепления. Втягивающая обмотка, подключаясь к батарее, вновь замыкает контакты и снова вводит шестерню в зацепление. Аналогичный стук шестерни привода о венец маховика или треск реле включения происходит при сильном разряде аккумуляторной батареи. Обмотка на обрыв проверяется контрольной лампой. Нарушение регулировки реле включения при увеличении зазора между якорьком и сердечником или сильное натяжение пружины приводит к отключению стартера при снижении напряжения батареи.

Якорь электродвигателя стартера вращается с большой частотой, а коленчатый вал двигателя не вращается при следующих неисправностях: пробуксовка роликовой муфты свободного хода; отсоединение рычага привода от якорька тягового реле. Пробуксовка муфты свободного хода происходит в результате износа пазов в обойме шестерни или роликов, а также в результате загрязнения, когда происходит заедание плунжеров. Неисправная муфта промывается в бензине или заменяется весь механизм привода. После промывки муфту на 3—5 мин опускают в масло.

При включении стартера слышен скрежет шестерни привода, которая не входит в зацепление с венцом маховика. Основные неисправности: неправильная регулировка привода; ослабление болтов крепления стартера к картеру маховика и перекос в креплении стартера; забоины на зубьях шестерни привода и венца маховика. В результате нарушения регулировки привода контакты тягового реле замыкаются раньше, чем шестерня входит в зацепление с венцом маховика.

Стартер не выключается после запуска двигателя при следующих неисправностях: заедание привода на валу якоря; сваривание контактов тягового реле или реле включения; заедание механизма выключателя зажигания и стартера; ослабление или поломка возвратной пружины; перекос в креплении стартера. Заедание привода на валу якоря происходит вследствие загрязнения шлицев и образования налета на поверхности вала от износа подшипников втулки привода а также в результате изгиба вала. Налет с вала удаляют абразивными шкурками зернистостью 140—180. Вал якоря и втулки привода смазывают моторным маслом, тонким слоем графитной мази или смазкой ЦИАТИМ-201.

§ 31. ПРОВЕРКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СТАРТЕРА

Внешним осмотром определяют состояние выводных зажимов стартера, тягового реле, рабочей поверхности контактного диска и торцов контактных болтов тягового реле, коллектора и щеток, шестерни, рычага привода и пружин. Проверяют осевой люфт вала якоря, который не должен превышать 1,0 мм. Привод стартера должен свободно, без заеданий перемещаться по шлицам вала и возвращаться в исходное положение под действием возвратной пружины. Якорь не должен вращаться при повороте шестерни привода в на-

правления рабочего вращения. Поднимают щетки и проверяют легкость вращения якоря в подшипниках. Вращают якорь рукой. Измеряют высоту щеток и заменяют их, если они изношены более допустимого значения (см. табл. 10).

Проверка давления пружин щеткодержателей динамометром. Приподнимают щетку и подкладывают под нее полоску бумаги. Зацепляют крючок динамометра за канатик щетки и одной рукой оттягивают щетку динамометром, располагая его вдоль оси щетки, а второй — тянут за полоску бумаги. Усилие давления пружины замеряют в момент свободного перемещения полоски бумаги. Ослабевшую пружину заменяют.

Регулировка привода стартеров. В стартерах СТ117, СТ113-Б, СТ130 винтом 9 (рис. 80, а), расположенным в крышке 10, устанавливают шестерню 12 в исходное положение. При этом расстояние А между торцом шестерни и плоскостью фланца крышки 10 должно быть 32—35 мм. Шестерня устанавливается в исходное положение под действием пружины 5. При изменении расстояния А следует выбрать продольный люфт привода и вала якоря, отжимая рукой шестерню привода к корпусу стартера. Для определения момента замыкания цепи нужно включить две контрольные лампы 1 между стартером и батареей. Лампа, подключенная к зажиму КЗ, должна включаться немного раньше или одновременно с другой лампой. Сняв крышку, закрывающую якорек тягового реле, нажатием на якорек 4 перемещают его до момента замыкания контактным диском 3 зажимов 2 тягового реле; при этом положении контрольные лампы 1 будут гореть, а расстояние Б между торцом шестерни 12 и торцом упорного кольца 11 должно быть 3—5 мм. При необходимости расстояние регулируют ввертыванием или вывертыванием винта 6 после снятия пальца 7, соединяющего винт с рычагом 8.

В стартерах типа СТ230 исходное положение шестерни регулируют поворотом эксцентриковой оси 3 (см. рис. 80, б) рычага 2 привода. Расстояние А должно быть не более 34 мм. Затем проверяется расстояние Б при включенном тяговом реле, для чего к зажиму 1 и корпусу тягового реле подключают аккумуляторную батарею напряжением 12 В. Во включенном положении зазор между торцом шестерни 5 и упорным кольцом 4 должен быть равным 3—5 мм.

В стартере СТ221 привод не регулируется. Расстояние А должно быть 21,3—21,5 мм. Изношенные детали заменяют.

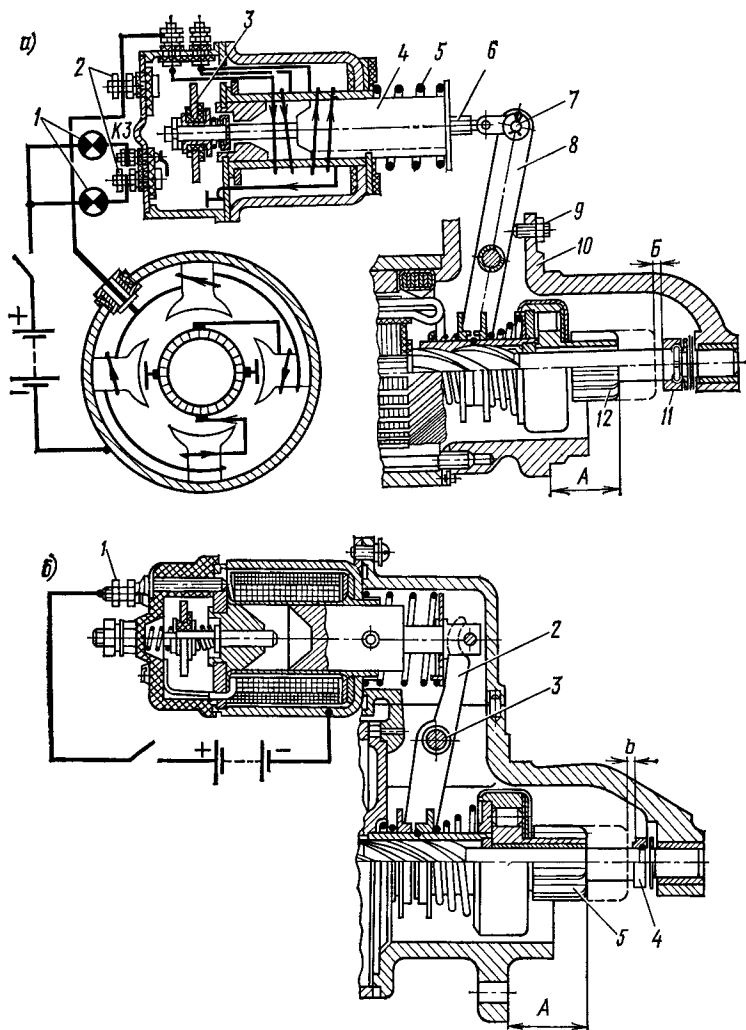


Рис. 80. Регулировка привода стартеров:

a — СТ117, СТ113-В, СТ130;

1 — контрольные лампы; 2 — зажимы; 3 — контактный диск; 4 — якорек; 5 — пружина; 6 и 9 — винты; 7 — палец; 8 — рычаг; 10 — крышка; 11 — упорное кольцо; 12 — шестерня;

6 — СТ230-А; СТ230-В;

1 — зажим; 2 — рычаг; 3 — эксцентриковая ось; 4 — упорное кольцо; 5 — шестерня

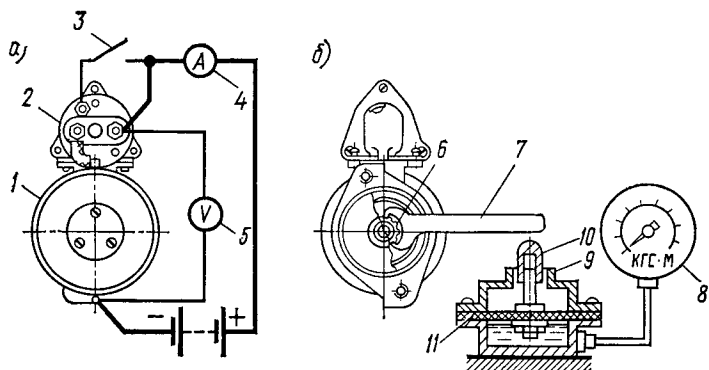


Рис. 81. Схема включения (а) и устройство (б) приборов при испытании стартера:

1 — стартер; 2 — тяговое реле; 3 — выключатель; 4 — амперметр; 5 — вольтметр; 6 — шестерня привода; 7 — рычаг; 8 — указатель; 9 — датчик; 10 — шток; 11 — диафрагма

В стартере СТ142 зазор между втулкой шестерни 26 (см. рис. 78) привода и упорной шайбой 29 при включенном тяговом реле должен быть 0,5—2,0 мм. Затем между шестерней и упорной шайбой 29 устанавливают прокладку толщиной 23 мм. При включенном тяговом реле контактный диск 17 не должен замыкаться с зажимами 15. Замыкание контактов определяется контрольной лампочкой. Регулировку привода производят поворотом эксцентриковой оси 24 рычага 23, на которой установлен фланец с шестью регулировочными отверстиями. Фланец поворачивается до совпадения отверстий с резьбовыми отверстиями крышки, затем вновь проверяется регулировка привода.

Испытание стартера в режиме холостого хода. Подключают стартер по схеме, приведенной на рис. 81, к исправной заряженной аккумуляторной батарее. Включают стартер и через 30 с измеряют силу потребляемого тока, частоту вращения якоря и напряжение на зажимах стартера. Частота вращения якоря измеряется тахометром. Стартер считается исправным, если замеренные, величины соответствуют техническим условиям (см. табл. 10). Причинами большой силы тока и меньшей частоты вращения якоря могут быть перекос крышек, чрезмерный износ втулок изгиб вала и т. п.

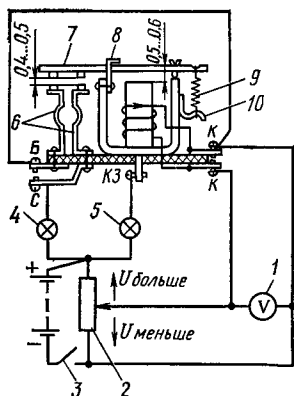


Рис. 82. Схема включения приборов при проверке реле включения:

1 — вольтметр; 2 — реостат; 3 — выключатель; 4 и 5 — контрольные лампы; 6 — стойки контактов; 7 — якорек; 8 — ограничитель подъема якорька; 9 — пружина; 10 — кронштейн крепления пружины

силу потребляемого тока, напряжение и вращающий момент. Стартер считается исправным, если замеренные величины соответствуют техническим условиям (см. табл. 10). Если в режиме полного торможения якорь стартера проворачивается, то это свидетельствует о пробуксовке муфты свободного хода. Большая сила потребляемого тока и малый вращающий момент могут быть при замыкании обмотки возбуждения или обмотки якоря на корпус, витковом замыкании в катушках обмотки возбуждения, замыкании пластин коллектора или замыкании на корпус изолированных щеткодержателей. Малый вращающий момент и малая сила тока могут быть при износе щеток, окислении или замасливание коллектора, ослаблении пружин щеткодержателей и окислении контактов тягового реле.

Неисправный стартер разбирается для проверки состояния обмоток (возбуждения и якоря), щеткодержателей и реле.

Проверка обмотки возбуждения электродвигателя стартера на обрыв и замыкание с корпусом производится контрольной лампой напряжением 220 В.

Испытание стартера в режиме полного торможения. На шестерне 6 стартера закрепляется рычаг 7. Свободный конец рычага должен опираться на шток 10 датчика гидравлического динамометра. Динамометр состоит из датчика 9 и указателя 8, соединенных между собой трубкой. Датчик заполнен маслом. Указатель динамометра представляет собой обычный манометр, шкала которого с учетом длины рычага 7 проградуирована в кгс · м. Усилие от шестерни 6 стартера через рычаг 7 передается на шток 10 датчика. Шток через диафрагму 11 сжимает масло. Давление масла передается по трубке в указатель 8 и вызывает отклонение стрелки. При испытании включают стартер на 3—4 с и замеряют

Проверка якоря на замыкание обмотки или пластин коллектора с сердечником (корпусом) производится контрольной лампой напряжением 220 В, подключаемой к пластинам коллектора и корпусу (валу или сердечнику) якоря.

Проверку обмотки якоря на межвитковое замыкание или замыкание между собой пластин коллектора можно произвести с помощью портативного дефектоскопа ПДО-1 (см. рис. 33). Порядок проверки обмотки якоря такой же, как и проверки обмотки статора генератора на межвитковое замыкание.

Проверка и регулировка реле включения. Подключают проверяемое реле, включают выключатель 3 (рис. 82), реостатом 2 устанавливают минимальное напряжение, а затем плавно повышают его, наблюдая за показаниями вольтметра 1 и контрольными лампами. Замеряют напряжение момента замыкания контактов при включении ламп 4 и 5. Лампа 5 должна включаться немного раньше или одновременно с лампой 4. Контакты реле должны замыкаться при напряжении 6—9 В. Напряжение замыкания контактов реле регулируют изменением усилия натяжения пружины 9. Например, для увеличения напряжения замыкания контактов следует усилить натяжение пружины, для чего отгибают вниз кронштейн 10 подвески пружины. Затем реостатом плавно уменьшают напряжение и замеряют его в момент размыкания контактов реле. В исправном реле контакты размыкаются при напряжении 2—4 В. Зазор между якорьком 7 и сердечником (0,5—0,6 мм) регулируют подгибанием ограничителя 8 подъема якорька, а зазор между контактами (0,4—0,5 мм) регулируют изменением высоты стоек 6. Стартеры проверяются на стендах Э-211, 532-М, КИ-968 и др.

Глава IV

ПРИБОРЫ КОНТРОЛЯ

§ 32. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Для контроля за состоянием и действием отдельных систем, механизмов, агрегатов и автомобиля в целом, что необходимо для обеспечения их надежной и долговечной работы, существуют определенные приборы. Они подразделяются на указывающие и сигнализирующие. Указывающие приборы имеют шкалу и стрелку. Они передают водителю информацию о контролируемом параметре во всем диапазоне изменения шкалы и позволяют судить о состоянии контролируемого агрегата, системы или узла автомобиля. Сигнализирующие приборы (сигнализаторы) информируют водителя световым или звуковым сигналом об аварийном значении измеряемого параметра или о работе и конкретном состоянии (включено, выключено) контролируемой системы, механизма или узла автомобиля.

По назначению все контрольно-измерительные приборы автомобилей подразделяют на приборы для измерения: температуры (термометры); давления (манометры); уровня топлива; скорости движения автомобиля и пройденного пути (спидометры); частоты вращения (тахометры); контроля зарядного режима аккумуляторной батареи (амперметры); напряжения в бортовой сети (вольтметры) и др.

По принципу действия приборы подразделяются на электромагнитные, магнитоэлектрические, электроимпульсные, магнитоиндукционные, механические, электронные и др.

Контрольно-измерительные приборы должны удовлетворять следующим основным требованиям: иметь минимально допустимую погрешность показаний, быть надежными, долговечными и простыми в обслуживании.

§ 33. КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ

Приборы контроля зарядного режима аккумуляторной батареи. Для контроля зарядного режима аккумуляторной батареи на автомобилях применяют амперметры, вольтметры и световые сигнализаторы.

Амперметр АП100 (рис. 83, а, б) с подвижным магнитом является магнитоэлектрическим прибором, обеспечивающим большую точность и надежность работы. Внутри стального экрана 4 винтами 10 крепятся две пластмассовые колодки 3. При сборке между колодками устанавливают подвижной магнит 6 с жестко связанными с ним осью и ограничителем

8 хода стрелки 7. Ось стрелки 7 вращается в подшипнике 11 и направляющей верхней колодки 3. Подшипник при сборке смазывают демпфирующей смазкой, предотвращающей колебание стрелки при вибрации кабины автомобиля. Магнит 6 вместе с ограничителем 8 может поворачиваться в кольцевом пространстве колодок на угол, ограничиваемый прорезью 9. На колодки намотана катушка 5 из тонкого провода. Параллельно катушке включен шунт 1. Стальной экран 4 усиливает магнитный поток, создаваемый катушкой, что повышает чувствительность амперметра, а также защищает его от воздействия магнитных полей других приборов.

При отсутствии тока в катушке в результате взаимного притяжения разноименных полюсов неподвижного магнита

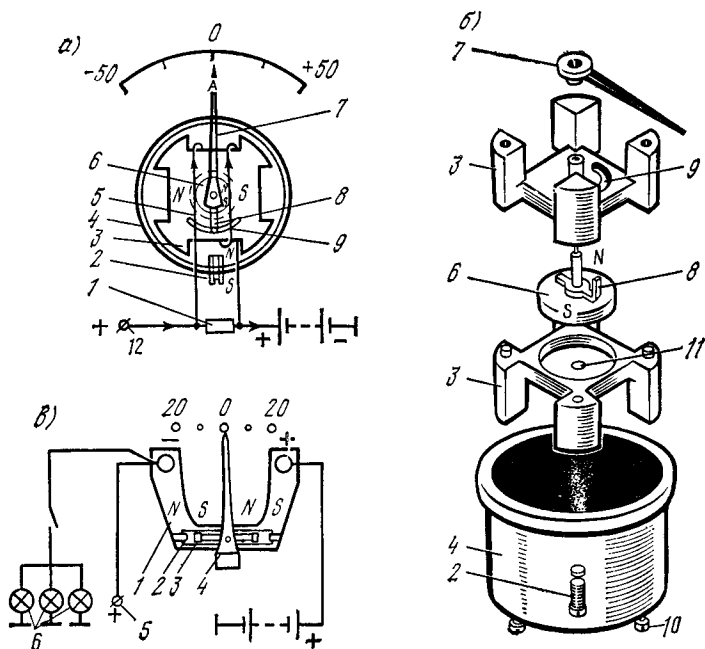


Рис. 83. Амперметры:

- а и б — с подвижным магнитом;
 1 — шунт; 2 — неподвижный магнит; 3 — колодки; 4 — экран; 5 — катушка;
 6 — подвижный магнит; 7 — стрелка; 8 — ограничитель хода стрелки; 9 — прорезь; 10 — винты; 11 — подшипник; 12 — зажим генератора;
 в — с неподвижным магнитом;
 1 — шинка; 2 — магнит; 3 — якорек; 4 — стрелка; 5 — зажим генератора; 6 — потребители

2 и дискового подвижного магнита 6 стрелка устанавливается на нулевом делении шкалы. При прохождении тока по катушке вокруг нее создается магнитное поле, направленное под углом 90° к полю подвижного магнита 6. Магнитное поле катушки 5, взаимодействуя с магнитным полем магнита 6, создает пару сил, образующих вращающий момент. Под действием этого момента магнит и стрелка повернутся на некоторый угол. При увеличении силы тока в катушке увеличивается ее магнитное поле, что создает больший вращающий момент, вызывающий отклонение стрелки на больший угол. Изменение направления тока в катушке вызовет изменение направления действия ее магнитного поля, и стрелка отклонится в другую сторону.

Амперметры АП110 и АП170 с неподвижным магнитом состоят из алюминиевой шинки 1 (рис. 83, в), неподвижного магнита 2, якорька 3 из мягкой стали и алюминиевой стрелки 4 с противовесом. Подшипники оси стрелки смазывают специальным маслом.

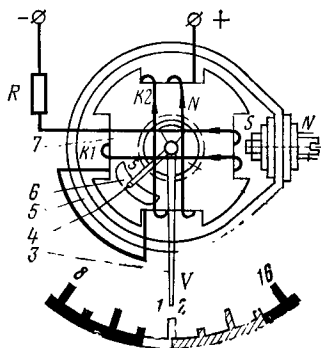
Магнит 2 вызывает намагничивание стального якорька 3, причем магнитные полюсы якорька будут противоположны полюсам магнита. В результате взаимодействия разноименных полюсов магнита и якорька последний располагается вдоль магнита, устанавливая стрелку прибора на нулевое деление шкалы. Во время прохождения тока по шинке 1 вокруг нее создается магнитный поток, который, воздействуя на якорек, стремится расположить его северным полюсом в направлении действия магнитного потока, т. е. повернуть якорек на 90° от его исходного положения. Чем больше сила тока, проходящего по шинке, тем сильнее ее магнитный поток и тем на больший угол повернется якорек со стрелкой. При изменении направления тока в шинке ее магнитный поток также изменит свое направление действия и вызовет отклонение стрелки в другую сторону.

Указатель напряжения. Указатели магнитоэлектрической системы изготовляют 14- и 28-вольтными, отличающимися шкалой, величиной сопротивления резистора: 230 Ом — для 14-вольтного и 480 Ом — для 28-вольтного. Применяются на автомобилях МАЗ северного исполнения, ВАЗ 2105 и др.

На пластмассовые колодки 7 (рис. 84) наматывают две катушки проводом ПЭВ-1, диаметром 0,12 мм с числом витков: 400 — для катушки К1 и 940 — витков для К2. В нерабочем состоянии взаимодействием магнитных полей

Рис. 84. Указатель напряжения:

1 и 2 — магниты; 3 — стрелка; 4 — ограничитель; 5 — экран; 6 — про-
резь; 7 — колодки



магнитов 1 и 2 стрелка прибора устанавливается на шкале левее деления 8 В. Во включенном положении прибор показывает напряжение источников электрической энергии. При прохождении тока по катушкам — результирующий магнитный поток катушек $K1$ и $K2$ устанавливает подвижной магнит 2, а вместе с ним и стрелку 3 в соответствующее положение по шкале. Шкала имеет цветные зоны: 8—11 В — красного цвета; 11—12 В — белого цвета; 12—15 В — зеленого цвета; 15—16 В — красного цвета.

Приборы измерения давления. В качестве приборов измерения давления масла или воздуха на автомобилях применяют электрические манометры и световые сигнализаторы аварийного давления.

Магнитоэлектрический манометр (рис. 85) состоит из реостатного датчика и магнитоэлектрического указателя давления масла в системе смазки двигателя или давления воздуха в тормозной системе. Указатели отличаются друг от друга надписями на шкалах указателя (масло или воздух). Датчик изменяет силу тока в цепи указателя в зависимости от давления масла в системе смазки двигателя или давления воздуха в тормозной системе. Указатель показывает величину давления масла или воздуха. Поддиафрагменная полость датчика указателя давления масла сообщается с главной масляной магистралью двигателя, а у датчика указателя давления воздуха — с воздухопроводом пневматического привода тормозов.

Устройство датчика. В корпус 5 (см. рис. 85) датчика закреплена гофрированная диафрагма 4 с толкателем 2. Рычажок 6 свободно качается на оси и отводится в исходное положение пружиной 13, действующей на

двойной ползунок 8. Контактная пластина 11 поджимается к изолированному зажиму крышки 9. Регулировочным винтом 7 рычажка 6 датчика обеспечивается установка стрелки указателя в исходное положение. Обмотка 10 реостата из нихромовой проволоки намотана на изолятор из миканита. Для улучшения контакта ползунки соединены с корпусом мягким медным проводником 12. В зависимости от величины давления масла или воздуха в камере 1 изменяется прогиб диафрагмы 4, а вместе с этим изменяется положение ползунков на обмотке реостата датчика. Датчики на 12 и 24 В имеют одинаковую конструкцию, внешний вид и размеры. Для указателей, рассчитанных на разную предельную величину измеряемого давления, датчики имеют диафрагмы разной толщины.

Устройство указателя. В указателе на основании, состоящем из двух пластмассовых колодок 17 (см. рис. 85), намотаны три неподвижные катушки $K1$, $K2$ и $K3$. Катушки выполнены из тонкого провода с большим числом витков в каждой. В магнитоэлектрических указателях напряжения в бортовой сети, давления масла и воздуха, температуры охлаждающей жидкости и уровня топлива устройство колодок, подвижного магнита и экрана аналогично устройству таких же деталей амперметра с подвижным магнитом (см. рис. 83, б). При изготовлении в одну из колодок закладывается постоянный магнит 20. Для поддержания постоянства сопротивления цепи при изменении температуры в цепь катушек указателя включен резистор температурной компенсации $R_{\text{тн}}$. В указателях на 24 В в цепь катушек включается дополнительный резистор $R_{\text{д}}$. В кольцевом пространстве между колодками устанавливают дискообразный магнит 16 с ограничителем 14 угла поворота стрелки. Отогнутый конец ограничителя входит в прорезь 15 одной из колодок 17.

При отключенной от источника тока цепи прибора стрелка указателя отклонена влево от деления 0 по шкале. Это положение стрелки обуславливается взаимодействием постоянных магнитов 16 и 20. При работе прибора (путь тока в цепи указан стрелками) сила тока в катушках, а следовательно, и магнитные потоки, создаваемые этими катушками, зависят от положения ползунков 8 на обмотке реостата датчика. Наибольшая сила тока в цепи указателя в комплекте с датчиком не превышает 0,2 А. Когда в камере 1 датчика нет избыточного давления, то пружина 13 устанавливает пол-

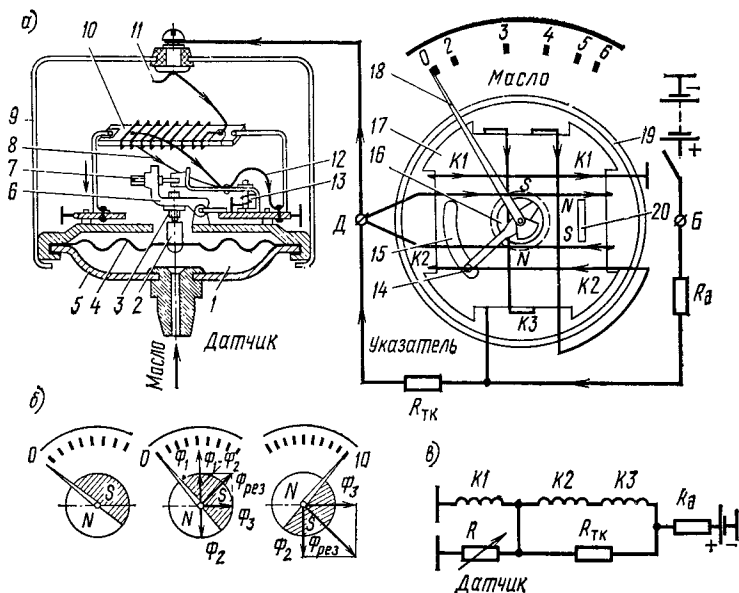


Рис. 85. Магнитоэлектрический манометр:

а — схема устройства:

1 — камера; 2 — толкатель; 3, 7 — винты; 4 — диафрагма; 5 — корпус; 6 — рычажок; 8 — ползунок; 9 — крышка; 10 — обмотка реостата; 11 — контактная пластина; 12 — проводник; 13 — пружина; 14 — ограничитель; 15 — прорез; 16, 20 — магниты; 17 — колодка; 18 — стрелка; 19 — экран; $K1$ — катушка (ПЭВ, $d=0,1$, $\omega=350$, $R=114$ Ом); $K2$ — катушка (ПЭВ, $d=0,1$, $\omega=750$, $R=114$ Ом); $K3$ — катушка (ПЭВ, $d=0,1$, $\omega=1100$, $R=140$ Ом); R_{TK} — резистор температурной компенсации 170 Ом. R_d — резистор дополнительный 90 Ом (для 24-вольтовых приборов); R — резистор датчика сопротивления 163 Ом (при максимальном давлении — 20 Ом); Б, Д — зажимы; б — определение вектора результирующего магнитного потока $\Phi_{рез}$ в положение стрелки при различном давлении масла и воздуха; в — принципиальная схема

зунки 8 в крайнее левое (по рисунку) положение, что обуславливает включение максимального сопротивления датчика в цепь указателя. В этом случае сила тока в катушке $K1$ будет максимальной, а в катушках $K2$ и $K3$ — минимальной величины. Магнитные потоки Φ_1 и Φ_2 катушек $K1$ и $K2$ действуют навстречу друг другу, поэтому величина и направление вектора суммарного магнитного потока определяется их разностью ($\Phi_1 - \Phi_2$). Магнитный поток $\Phi_{рез}$, создаваемый катушкой $K3$, действует под углом 90° к суммарному магнитному потоку, создаваемому катушками $K1$ и $K2$. Направление действия вектора магнитного потока каждой катушки определяется по правилу буравчика. Век-

тор результирующего магнитного потока $\Phi_{рез}$ трех катушек определяется по правилу параллелограмма. Результирующий магнитный поток ориентирует положение дискообразного магнита 16 в направлении своего действия, что и определяет положение стрелки на шкале прибора. При включенной цепи и отсутствии давления масла (или воздуха) на диафрагму ползунки датчика включают большую часть сопротивления реостата в цепь указателя. В этом случае сила тока в катушках К2 и К3 и магнитные потоки Φ_2 и Φ_3 в них будут малы, а сила тока в катушке К1 и магнитный поток Φ_1 ее будут иметь наибольшую величину. Результирующий магнитный поток $\Phi_{рез}$ трех катушек располагает магнит 16 в направлении своего действия и он, повертываясь на оси, устанавливает стрелку указателя против нулевого деления шкалы (см. рис. 85, б). Когда давление масла или воздуха возрастает то диафрагма прогибается вверх и через толкатель 2 перемещает рычажок 6 вокруг оси его. Рычажок посредством регулировочного винта 7 воздействует на ползунки 8 и перемещает их вправо (по рисунку). Сопротивление реостата выключается, в результате чего увеличиваются сила тока в катушках К2 и К3 и магнитные потоки Φ_2 и Φ_3 , создаваемые этими катушками. Одновременно сила тока в катушке К1 и ее магнитный поток Φ_1 уменьшаются. При этом изменяются величина и направление результирующего магнитного потока $\Phi_{рез}$, который изменяет положение магнита 16, и жестко связанная с ним стрелка отклоняется на больший угол в сторону большего показания. При выключении сопротивления датчика закорачивается (шунтируется) параллельно включенная ему катушка К1, в результате чего сила тока в ней уменьшается почти до нуля при максимальном давлении масла или воздуха. Сопротивление датчика равно 163 Ом при нулевом избыточном давлении и 20 Ом при максимальном измеряемом давлении.

Сигнализаторы давления масла с датчиками ММ111-А и ММ111-Б (рис. 86, а) предназначены для предупреждения водителя об угрозе аварии двигателя при снижении давления масла в системе смазки ниже допустимого предела. При неработающем двигателе или когда в системе смазки избыточное давление масла ниже 0,04—0,08 МПа (0,4—0,8 кгс/см²) (двигатели ЯМЗ-740, ЯМЗ-7401, ЗМЗ-53 и др.), усилием трированной пружины 5 замыкаются контактные пластины 3 и 4, включая цепь сигнальной лампы 7, расположенной на щитке приборов. В период работы двига-

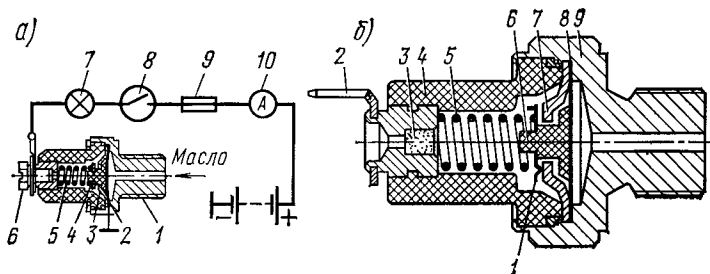


Рис. 86. Сигнализатор:

а — принципиальная электрическая схема включения сигнализатора давления масла с датчиком ММ111-А:

1 — корпус; 2 — диафрагма; 3, 4 — контактные пластины; 5 — пружина; 6 — зажим; 7 — сигнальная лампа; 8 — выключатель зажигания; 9 — термобиметаллический предохранитель; 10 — амперметр;

б — устройство датчика ММ124-Б:
1, 7 — контактные пластины; 2 — штекер; 3 — фильтр; 4 — изолятор; 5 — пружина; 6 — толкатель; 8 — диафрагма; 9 — корпус

теля с исправной системой смазки под действием давления масла эластичная диафрагма 2 удерживает пружину 5 в сжатом состоянии. При этом подвижная контактная пластина 4 отключена от контактной пластины 3 и сигнальная лампа 7 не горит. Применяются и другие конструкции датчиков.

Сигнализатор давления воздуха в тормозной системе. На автомобиле КамАЗ в сигнализаторе применяется датчик ММ124-Б (см. рис. 86, б). Этот датчик устроен аналогично датчику ММ111-Б, но имеет более упругую пружину. Замыкание контактов датчика, а следовательно, и включение сигнальной лампы происходит при снижении давления воздуха ниже 0,45—0,50 МПа (4,5—5,0 кгс/см²). Фильтр 3 обеспечивает подвод воздуха в полость над диафрагмой 8 поддерживая там атмосферное давление.

Приборы измерения температуры. Контроль теплового режима двигателя на автомобилях осуществляется термометрами и световыми сигнализаторами аварийной температуры.

Магнитоэлектрический термометр (рис. 87) состоит из датчика с полупроводниковым терморезистором и магнитоэлектрического указателя.

Устройство датчика. Датчики ТМ100 и ТМ101-А состоят из закрытого латунного корпуса 4, внутри которого установлена таблетка терморезистора 1 ММТ-15

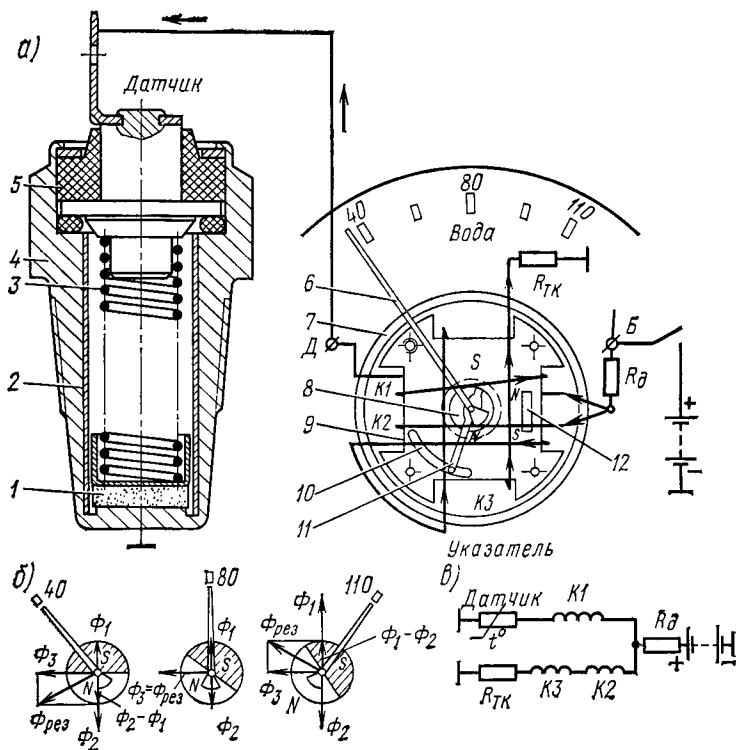


Рис. 87. Магнитоэлектрический термометр:

а — схема устройства:

1 — терморезистор; 2 — бумажный патрон; 3 — пружина; 4 — корпус; 5 — изолятор; 6 — стрелка; 7 — экран; 8, 12 — магниты; 9 — колодка; 10 — прорезь; 11 — ограничитель; $K1$ — катушка (ПЭВ, $d=0,1$, $w=400$, $R=125$ Ом); $K2$ — катушка (ПЭВ, $d=0,1$, $w=850$, $R=100$ Ом); $K3$ — катушка (ПЭВ, $d=0,1$, $w=850$, $R=100$ Ом), R_{TK} — резистор температурной компенсации 100 Ом; R_d — резистор дополнительный 120 Ом (для 24-вольтных приборов); Б, Д — зажимы; б — определение вектора результирующего магнитного потока $\Phi_{рез}$ и положение стрелки при различной температуре охлаждающей жидкости; в — принципиальная схема

для датчика ТМ100 и СТ4-15 для датчика ТМ101-А Таблетка терморезистора прижимается к дну корпуса 4 токоведущей пружиной 3. Пружина изолирована от стенок корпуса бумажным патроном 2. Терморезистор является полупроводником, сопротивление которого значительно уменьшается с повышением температуры и увеличивается при его охлаждении. Датчик устанавливают в стенке головки блока

или насоса системы охлаждения двигателя. Указанные датчики могут применяться на автомобилях с 12- и 24-вольтными системами электроснабжения.

Устройство указателя аналогично устройству указателя давления масла или воздуха. Несколько иначе соединены катушки и резистор R_{TK} (см. рис. 87, в). Обмоточные данные катушек и сопротивление резистора R_{TK} одинаковые для указателей 12- и 24-вольтного исполнения. В указателе на 24 В включают дополнительный резистор R_d последовательно в цепь всем трем катушкам. Магнитные потоки Φ_1 и Φ_2 , создаваемые катушками К1 и К2, действуют вдоль их общей оси и направлены навстречу друг другу. Суммарный магнитный поток обеих катушек определяется разностью величин их магнитных потоков. Магнитный поток Φ_3 катушки К3 действует под углом 90° к суммарному магнитному потоку катушек К1 и К2 (см. рис. 87, б). В канавку одной из колодок заложен постоянный магнит 12, обеспечивающий удержание стрелки в исходном положении при выключенной цепи прибора. На оси стрелки 6 указателя жестко укреплены постоянный магнит 8, выполненный в виде диска, и ограничитель 11 угла поворота стрелки. Отогнутый конец ограничителя входит в прорезь 10 одной колодки. Магнит и ограничитель поворота стрелки устанавливаются в кольцевом пространстве между обеими колодками.

При отключенной от источника тока цепи прибора стрелка указателя отклоняется влево за деление 40. Это положение стрелки обуславливается взаимодействием постоянных магнитов 8 и 12. При работе прибора (путь тока указан стрелками) сила тока в цепи катушек К2 и К3 не изменяется, а поэтому и магнитные потоки, создаваемые этими катушками, остаются практически постоянными. Сила тока в катушке К1, а следовательно, и создаваемый ею магнитный поток зависят от величины сопротивления датчика. Так как магнитные потоки катушек К1 и К2 действуют навстречу друг другу, то величина и направление вектора суммарного магнитного потока этих катушек будут зависеть от силы тока, устанавливаемой датчиком в катушке К1. При температуре 313 К ($+40^\circ$ С) сопротивление терморезистора датчика велико и достигает 400 Ом, поэтому сила тока в катушке К1 и ее магнитный поток будут очень малы. В этот момент магнитный поток, создаваемый катушкой К2, будет превышать магнитный поток катушки К1. Результирующий маг-

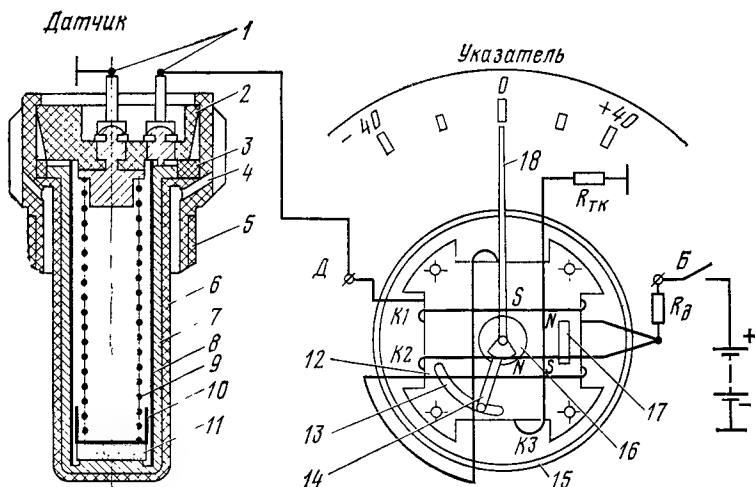


Рис. 88. Измеритель температуры электролита в аккумуляторной батарее:

1 — зажимы; 2 — пластмассовая втулка с зажимами; 3 — уплотнительная прокладка; 4 — газоотводное отверстие; 5 — корпус; 6 — полиэтиленовый цилиндр; 7 — латунный баллон; 8 — бумажный патрон; 9 — пружина; 10 — латунная чашечка; 11 — терморезистор; 12 — колодка; 13 — прорезь; 14 — ограничитель; 15 — экран; 16, 17 — магниты; 18 — стрелка

нитный поток (всех трех катушек), воздействуя на постоянный магнит 8, повернет его, и стрелка прибора установится против деления 40 шкалы (см. рис. 87, б). С увеличением температуры сопротивление терморезистора снижается до 140 Ом при 626 К ($+80^\circ\text{C}$), вследствие чего увеличиваются сила тока в катушке $K1$ и создаваемый ею магнитный поток. При температуре 626 К ($+80^\circ\text{C}$), магнитный поток, создаваемый катушкой $K1$, будет равен магнитному потоку катушки $K2$. Эти потоки, направленные навстречу друг другу, взаимно уничтожаются. В этом случае результирующий магнитный поток трех катушек будет равен магнитному потоку катушки $K3$. Этот магнитный поток, воздействуя на постоянный магнит, повернет его так, что стрелка прибора установится против деления 80 шкалы.

При температуре 383 К ($+110^\circ\text{C}$) сопротивление терморезистора понижается (до 70 Ом), поэтому сила тока в катушке $K1$ увеличивается и ее магнитный поток будет в несколько раз больше магнитного потока катушки $K2$. В это

время результирующий поток трех катушек, воздействуя на магнит 8, установит стрелку против деления «110» шкалы. Наибольшая сила тока в цепи указателя не превышает 0,2 А.

Магнитоэлектрический измеритель температуры электролита в аккумуляторной батарее. Измеритель состоит из датчика с полупроводниковым терморезистором и магнитоэлектрического указателя. Датчик ввертывается в заливное отверстие крышки одного из аккумуляторов батареи, вместо пробки. Указатель устанавливается на щитке приборов. Датчики применяются на автомобилях с 14- и 28-вольтными системами электроснабжения (автомобили ВАЗ-2105, МАЗ и др). Указатель такой же, как и указатель измерения температуры охлаждающей жидкости двигателя. В указателе 28-вольтного исполнения включен дополнительный резистор R_d . В латунном баллоне 7 (рис. 88) датчика установлена таблетка из окиси меди и окиси марганца, являющаяся терморезистором 11. Сопротивление терморезистора уменьшается с повышением температуры с 880—1120 Ом при 293 К (20° С) до 90—100 Ом при 373 К (100° С). Пружина 9 прижимает терморезистор к баллону 7 и соединяет терморезистор с одним из зажимов 1. Другой зажим 1 соединен с баллоном. Полиэтиленовые цилиндр 6 и корпус 5 не разрушаются от электролита. Газоотводные отверстия 4 в корпусе сообщают внутреннюю полость аккумулятора с атмосферой. При включенной цепи по катушкам К1, К2 и К3 будет проходить ток. С понижением температуры увеличивается сопротивление терморезистора, а поэтому уменьшается сила тока в катушке К1 и ее магнитный поток. В результате изменяются величина и направление действия результирующего магнитного потока, который воздействуя на постоянный магнит 16, повернет его на оси, вместе с осью и стрелкой 18 по шкале указателя в сторону низкой температуры. С увеличением температуры электролита уменьшается сопротивление терморезистора, в катушке К1 сила тока увеличивается и стрелка указателя будет отклоняться по шкале вправо и регистрировать более высокую температуру.

Сигнализаторы температуры охлаждающей жидкости. Сигнализаторы предназначены для предупреждения водителя о недопустимом повышении температуры в системе охлаждения. Датчик сигнализатора ввертывают в верхний бачок радиатора, а сигнальную лампу располагают на щитке

приборов. Датчики ТМ102, ТМ103, ТМ104 и ТМ104-Т (рис. 89, а) имеют аналогичную конструкцию и отличаются температурой момента замыкания контактов. Температура замыкания контактов зависит от положения неподвижного контакта 7 относительно подвижного контакта 5. Положение контакта 7 регулируют винтом только при сборке датчика. При эксплуатации датчики не регулируют. Внутри латунного баллона 3 помещена контактная пластина 8 с контактом 7. Пластина 8 соединена с корпусом. Термобиметаллическая пластина 4 с контактом 5 изолирована от корпуса и упругой пластиной 9 соединена с зажимом 1. Исходное положение термобиметаллической пластины 4 устанавливается пластмассовым ограничителем 6. При низкой температуре контакты датчика разомкнуты и сигнальная лампа 10 выключена. При повышении температуры охлаждающей жидкости увеличивается нагрев баллона 3, а от него (через воздух)

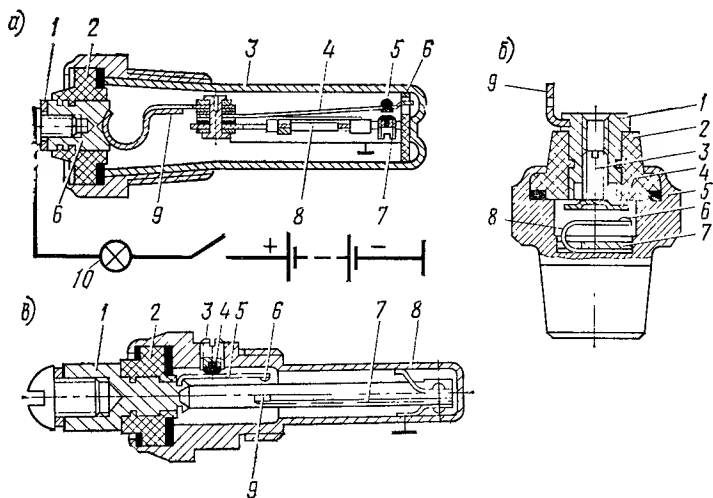


Рис. 89. Сигнализатор:

а — с датчиком ТМ104-Т:

1 — зажим; 2 — изолятор; 3 — баллон; 4 — термобиметаллическая пластина; 5, 7 — контакты; 6 — ограничитель; 8, 9 — контактные пластины; 10 — сигнальная лампа;

б — с датчиком ТМ11:

1 — зажим; 2 — изолятор; 3 — регулировочный винт; 4 — контактная пластина; 5 — баллон; 6 — контакт; 7 — прижимная шайба; 8 — термобиметаллическая пластина; 9 — штекер;

в — с датчиком РС403-Б:

1 — зажим; 2 — изолятор; 3 — регулировочный винт; 4 — упор; 5 — контактная пластина; 6, 9 — контакты; 7 — биметаллическая пластина; 8 — баллон

и нагрев термобиметаллической пластины 4, которая деформируется и при температуре 377—380 К (104—107° С) в датчике ТМ104-Т замыкает контакты, включая сигнальную лампу 10. Температура замыкания контактов в датчике ТМ102—385—391 К (112—118° С), в датчике ТМ103—373—377 К (98—104° С), в датчике ТМ104—365—371 К (92—98° С). В датчике ТМ111 (см. рис. 89, б) термобиметаллическая пластина 8 прижата к корпусу шайбой 7. При температуре 365—371 К (92—98° С) вследствие деформации термобиметаллической пластины 8 контакт 6 замыкается с контактной пластиной 4, включая цепь сигнальной лампы. Винтом 3 можно регулировать температуру замыкания контактов.

Сигнализаторы температуры масла. В двигателях с воздушным охлаждением, например на автомобилях ЗАЗ, контролируют температуру масла и по ней судят о нагреве двигателя. Датчик сигнализатора устанавливают в систему смазки. В автоматической коробке передач ЛиАЗ-677 контролируют температуру масла. Датчик типа РС403-Б (см. рис. 89, в) ввертывают в картер коробки, а сигнальную лампу устанавливают на щитке приборов. Биметаллическая пластина 7 с контактом 9 соединена с корпусом баллона 8. Контактная пластина 5 с контактом 6 изолирована от корпуса. В торец регулировочного винта 3 установлен упор 4 из изоляционного материала. В процессе эксплуатации винтом 3 можно регулировать температуру замыкания контактов, которая должна быть в пределах 403—416 К (130—143° С).

Приборы для измерения уровня топлива. Для контроля уровня топлива на автомобилях применяют измерители, которые дают возможность водителю приблизительно определить количество топлива в баке и то расстояние, которое автомобиль может проехать без дополнительной заправки. Для этой цели применяют дистанционные электромагнитные и магнитоэлектрические измерители уровня топлива, а иногда дополнительно — и сигнализаторы резерва.

Магнитоэлектрический измеритель уровня топлива (рис. 90) состоит из реостатного датчика, установленного на топливном баке, и магнитоэлектрического указателя.

Устройство датчика БМ158-Б. Такие датчики установлены на автомобилях КамАЗ. Пластмассовый корпус 10 укреплен на металлическом основании 9, которое жестко соединено кронштейном 8 с корпусом штекерного

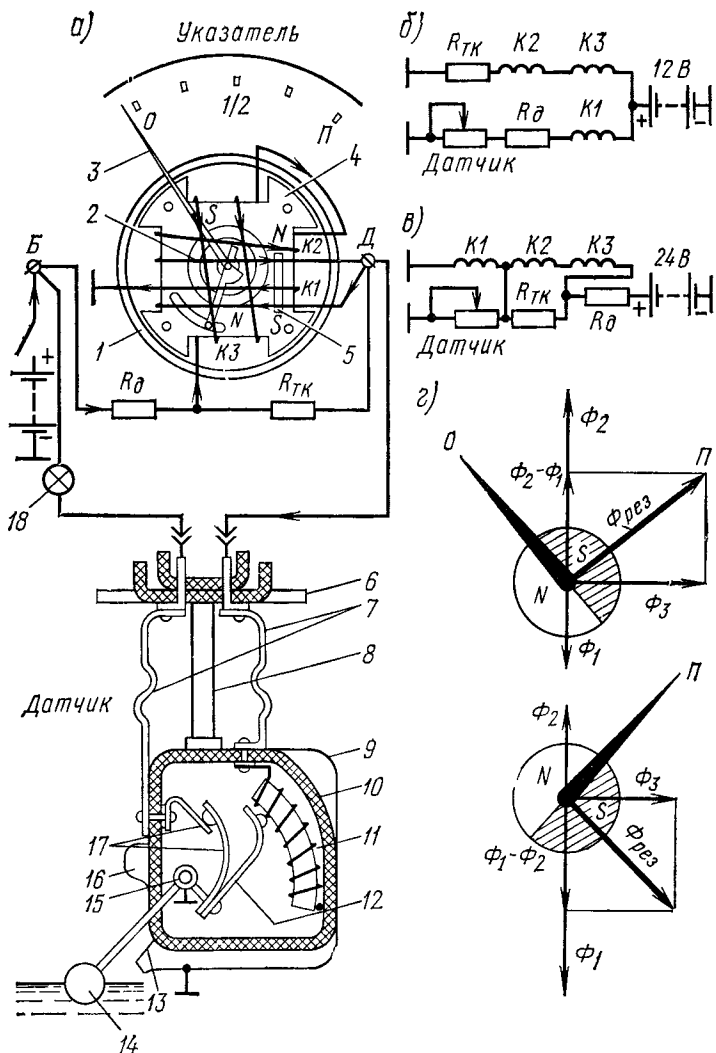


Рис. 90. Магнитоэлектрический измеритель уровня топлива:

а — схема устройства;
 б, в — принципиальные схемы измерителей с рабочим напряжением 12 и 24 В; г — определение вектора результирующего магнитного потока $\Phi_{рез}$ и положения стрелки при различном уровне топлива в баке

разъема 6 В корпусе закреплен проволочный реостат, обмотка 11 которого выполнена из нихромовой проволоки и намотана на пластмассовый изолятор. Обмотка соединена металлической пластиной 7 со штекером. По обмотке реостата скользит контакт ползунка 12. Пластины 17 обеспечивают включение сигнальной лампы 18 при положении уровня топлива ниже $1/8$ объема бака. К втулке 15 крепятся рычаг поплавка 14 и рычаг ползунка 12 с контактной пластиной 17. Втулка 15 вращается на оси, соединенной с корпусом. Перемещение рычага поплавка ограничивается упорами 13 и 16, выполненными на основании 9. Датчики всех магнитоэлектрических указателей имеют реостат сопротивлением 90 Ом и отличаются длиной рычага с поплавком.

Устройство указателя аналогично устройству указателя давления масла (см. рис. 85, а). Несколько иначе соединены катушки и резисторы. Все катушки намотаны тонким проводом с большим числом витков в каждой. На рис. 90, а приведена схема указателя с рабочим напряжением 24 В. На рис. 90, б, в приведены схемы соединения катушек и резисторов в указателях с рабочим напряжением 12 и 24 В.

При отключенной от источника тока цепи прибора стрелка указателя отклоняется влево за деление «0». Это положение стрелки обуславливается взаимодействием постоянных магнитов 2 и 5. Путь тока при включенной цепи указателя показан стрелками. Сила тока в катушке К1 и ее магнитный поток изменяются в зависимости от положения ползунка 12 на обмотке 11 реостата датчика. При работе прибора магнитные потоки катушек К1 и К2 действуют встречно, а поэтому направление и величина их суммарного потока будут зависеть от силы тока в катушке К1. Если топливный бак заполнен, то обмотка 11 реостата датчика будет введена полностью в электрическую цепь, а сила тока в катушке К1 и магнитный поток создаваемый ею, достигнут максимальной величины. В этот момент результирующий магнитный поток, созданный тремя катушками, повернет магнит 2, а вместе с ним и стрелку 3 в положение «П». При уменьшении уровня топлива в баке поплавок 14 датчика опускается и перемещает ползунка 12, выключая сопротивление реостата датчика. Датчик закорачивает (шунтирует) катушку К1, а поэтому сила тока в ней и ее магнитный поток уменьшаются; результирующий магнитный поток трех катушек перемещает магнит 2, а вместе с ним стрелку 3 по шкале прием.

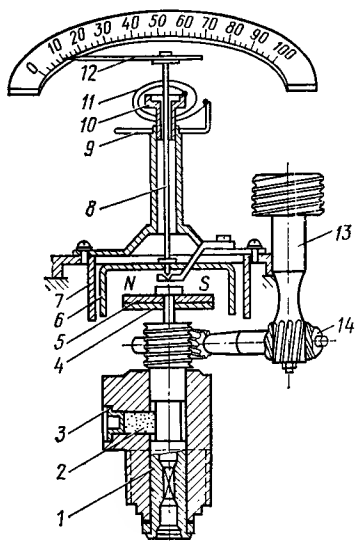


Рис. 91. Схема спидометра с приводом от гибкого вала (троса):

1 — валик; 2 — фитиль; 3 — заглушка; 4 — магнитный шунт; 5 — магнит; 6 — катушка; 7 — магнитный экран; 8 — ось; 9 — рычажок; 10 — втулка; 11 — пружина; 12 — стрелка; 13 и 14 — валики

закрепленными на нем магнитом 5 и магнитным шунтом 4, чашеобразной катушки 6, магнитного экрана 7, оси 8, стрелки 12, пружины 11, рычажка 9 и шкалы, проградуированной в км/ч. Один конец пружины закреплен на втулке 10, а другой — на рычажке 9. Валик 1 приводится во вращение гибким валом от ведомого вала коробки передач или раздаточной коробки.

При вращении магнита его магнитный поток пронизывает алюминиевую катушку 6 и в теле катушки индуцируется э. д. с., создающая вихревые токи. Токи создают свое магнитное поле, которое, взаимодействуя с полюсами вращающегося магнита, создает вращающий момент, вызывающий поворот катушки в сторону вращения магнита, а вместе с ней оси 8 и стрелки 12, указывающей скорость движения автомобиля. Момент вращения катушки уравни-

вается в сторону меньшего деления шкалы. Когда уровень топлива в баке уменьшится до $1/8$ от полной емкости, контактные пластины 17 включают сигнальную лампу 18, расположенную на щитке приборов.

Спидометры и тахометры.

Для измерения скорости движения автомобиля и пройденного пути применяют спидометр, а для контроля частоты вращения вала двигателя — тахометр. По принципу действия автомобильные спидометры и тахометры подразделяют на магнитоиндукционные с приводом гибким валом, электрические с электроприводом и электронные.

Спидометр с приводом от гибкого вала (рис. 91) имеет механизм узла скорости и механизм счетного узла. Механизм скоростного узла состоит:

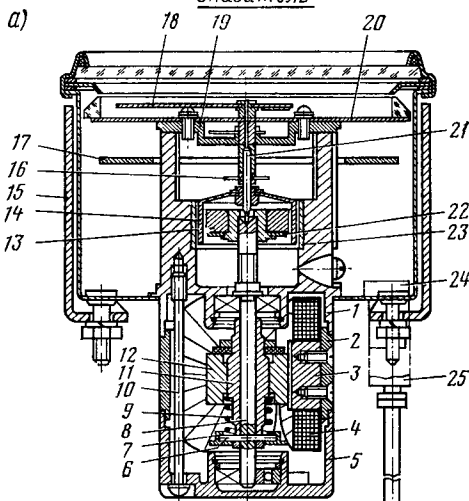
из валика 1, с жестко за-

вешивается противодействующим моментом пружины 11. Кольцевой магнитный экран 7, выполненный из мягкой стали, служит для увеличения магнитного потока, проходящего через картушку, что повышает чувствительность прибора. С увеличением температуры воздуха повышается сопротивление картушки, что снижает силу вихревых токов, а поэтому картушка и стрелка будут повертываться на меньший угол. Для предупреждения искажения в показаниях прибора при изменении температуры устанавливают магнитный шунт 4 (термокомпенсатор). Большая часть магнитного потока магнита замыкается через картушку, а меньшая — через магнитный шунт. С увеличением температуры воздуха нагревается магнитный шунт, что повышает его магнитное сопротивление. При этом магнитный поток, замыкающийся через магнитный шунт, уменьшается, а магнитный поток, замыкающийся через картушку, возрастает, что способствует повышению э. д. с., индуктируемой в картушке, и поэтому в ней, несмотря на увеличение ее электрического сопротивления, создаются вихревые токи неизменной величины (при той же скорости вращения магнита), в результате чего показания прибора остаются неизменными. От червячной шестерни валика 1 через валики 14 и 13 в спидометрах осуществляется привод счетного узла. Счетный узел состоит из шести барабанчиков со скрытым внутренним зацеплением. Крайний справа барабанчик показывает десятые доли километра. Счетный узел отсчитывает пробег автомобиля до 99999,9 км, после чего автоматически переходит через нули, и отсчет начинается сначала. Валик 1 смазывается маслом, которым пропитан фитиль 2; отверстие под фитиль закрыто заглушкой 3.

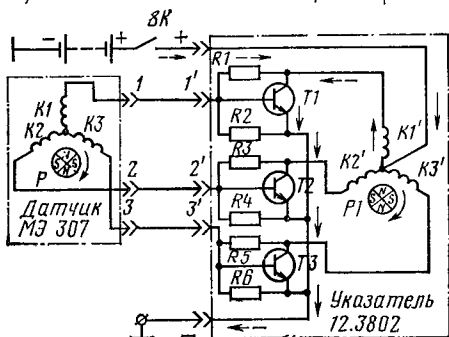
Тахометр с приводом от гибкого вала предназначен для измерения частоты вращения коленчатого вала двигателя в об/мин. Обычно тахометры устанавливают на автомобилях с дизельными двигателями. Тахометр ТХ106, применяемый на автомобилях МАЗ и КрАЗ, имеет такое же устройство, как и спидометр с механическим приводом (см. рис. 91), с той разницей, что у тахометра нет счетного узла. Привод валика к магниту тахометра осуществляется от распределительного вала двигателя.

Спидометр с электроприводом. При большом расстоянии между местом крепления спидометра и его привода, когда обычный гибкий вал не может обеспечить нормальную работу спидометра, устанавливают электрический спидо-

Указатель



б)



Датчик

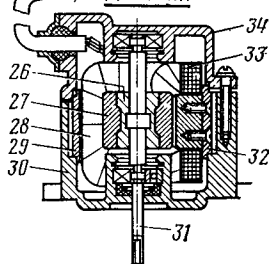


Рис. 92. Спидометр с электроприводом:

а — указатель 12.3802; б — МЭ307; в — принципиальная схема:

1, 30 — корпуса; 2, 29 — статоры; 3 — сердечник катушки; 4 — катушка; 5, 34 — крышки; 6 — штифт; 7 — маслоотражательный диск; 8 — вал магнитов; 9 — пружина; 10 — винт; 11, 26 — втулки; 12, 13, 27 — магниты; 14 — катушка; 15 — кожух; 16 — пружина стрелки; 17 — пластина с печатной схемой; 18 — стрелка; 19 — мостик для крепления счетного узла; 20 — шкала; 21 — ось стрелки; 22 — магнитный шунт; 23 — магнитный экран; 24 — штекерный разъем для подключения датчика и провода питания от источников электрической энергии; 25 — соединитель; 28, 33 — катушки; 31 — вал магнита; 32 — сердечник катушки

метр, состоящий из указателя и датчика. Это же положение относится и к тахометрам с электроприводом. На автомобилях КамАЗ, ЗИЛ-133 и др. спидометр состоит из указателя 12.3802 и датчика МЭ307 (рис. 92).

Указатель 12.3802 состоит из четырех узлов: механизма узла скорости, механизма счетного узла, синхронного электродвигателя и электронного блока, объединенных в общем кожухе 15. В механизм узла скорости входит магнит 13, жестко закрепленный на валу 8 ротора электродвигателя, чашеобразная катушка 14, спиральная пружина 16, стрелка 18 и рычажок регулировки натяжения пружины. Механизм счетного узла (на рисунке не показан), как и в спидометрах с приводом от гибкого вала, состоит из шести барабанчиков, расположенных на оси, укрепленной на мостике 19. Синхронный электродвигатель имеет ротор и статор. Ротор выполнен в виде четырехполюсного постоянного магнита 12, закрепленного на стальной втулке 11 вала, приводящего во вращение магнит 13 скоростного узла и валик привода счетного узла. Ротор вращается в двух шариковых подшипниках. Маслоотражательный диск 7 предотвращает попадание смазки от нижнего подшипника на катушки 4 статора. Статор 2 выполнен из мягкой стали. К нему винтами крепятся три стальных сердечника 3 для установки на них катушек 4, выполненных из большого числа витков медного провода. Катушки расположены под углом 120° относительно друг друга и соединены по схеме «звезда» (см. рис. 92, в). Электронный блок состоит из печатной схемы, выполненной на пластине 17 и укрепленных на пластине транзисторов Т1, Т2 и Т3 и резисторов R1 — R6.

Д а т ч и к МЭ307 представляет собой трехфазный генератор переменного тока и состоит из двух основных узлов: ротора и статора. К стальному сердечнику статора 29 (см. рис. 92, б) винтами крепятся три стальных сердечника 32 с катушками 28 и 33, расположенных под углом 120° относительно друг друга и соединенных по схеме «звезда» (см. рис. 92, в). На шлицы вала 31 ротора напрессована стальная втулка 26 с жестко укрепленным четырехполюсным магнитом 27. Ротор вращается в двух шариковых подшипниках. Вал 31 ротора приводится во вращение от ведомого вала коробки передач через червячную передачу привода.

При вращении ротора датчика в катушках К1, К2 и К3 обмотки статора индуцируются синусоидальные э. д. с.,

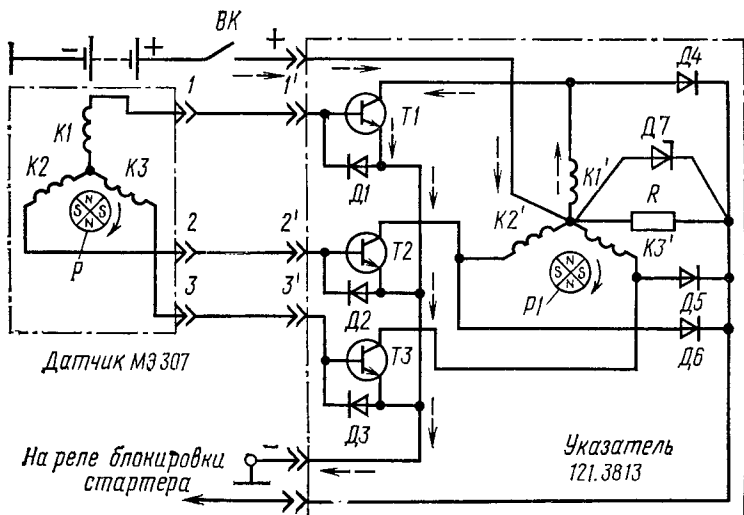


Рис. 93. Принципиальная электрическая схема тахометра

сдвинутые по фазе на 120° . Частота импульсов э. д. с. будет пропорциональна частоте вращения ротора. Когда положительный полупериод импульса э. д. с. будет приложен к базе какого-либо транзистора, через него будет проходить ток управления. Транзистор откроется и через него будет проходить ток от источника тока в одну из катушек $K1'$, $K2'$ и $K3'$ обмотки статора электродвигателя указателя. На рис. 92, в пунктирными стрелками показан путь тока в катушку $K1'$ указателя. Через 120° поворота ротора датчика в другой катушке датчика будет индуцироваться импульс э. д. с., вызывающий открытие другого транзистора. В этом случае ток от источника будет проходить по другой катушке статора указателя и т. д. Таким образом, в катушках статора указателя будет проходить импульсный ток от источника, что создаст вращающееся магнитное поле, синхронное с частотой вращения ротора датчика. Вращающееся магнитное поле, взаимодействуя с полюсами магнита 12 ротора электродвигателя, вызовет вращение ротора, а вместе с ним вращение магнита 13 скоростного узла и механизма счетного узла указателя. Магнитное поле магнита 13 вызывает индуцирование вихревых токов в катушке 14. Магнитное поле вихревых токов в катушке 14, взаимодействуя

с полем магнита 13, создает вращающий момент, обеспечивающий поворот катушки 14 со стрелкой 18 в направлении вращения магнита на угол, пропорциональный частоте вращения магнита. При прекращении импульса э. д. с., индуцируемой в катушках К1, К2 и К3 датчика, резисторы R1 — R6 ускоряют запирающие транзисторы Т1, Т2 и Т3. При прекращении действия импульса тока в катушках К1', К2' и К3' указателя индуцируется э. д. с. самоиндукции, которая гасится в гасящих контурах, состоящих для каждой фазы из двух резисторов, подключенных к трем электродам каждого транзистора.

Тахометр с электроприводом. На автомобилях КамАЗ, ЗИЛ-133ГЯ и других тахометр состоит из указателя 121.3813 и датчика МЭ307. Схема тахометра приведена на рис. 93. Устройство и принцип действия тахометра аналогичны электрическому спидометру с указателем 12.3802 и датчиком МЭ307 (см. рис. 92), только в указателе тахометра 121.3813 нет механизма счетного узла. Вал датчика МЭ307 приводится во вращение от вала привода топливного насоса.

В момент прекращения действия импульса тока в катушках К1', К2' и К3' индуцируется э. д. с. самоиндукции, которая гасится в гасящих контурах, состоящих для каждой фазы из резистора R, стабилитрона Д7 и одного из диодов Д4, Д5 и Д6. На автомобиле КамАЗ к указателю тахометра подключают электронное реле блокировки стартера. При работе тахометра импульсы э. д. с. в катушках датчика, воздействуют на элементы реле блокировки и реле блокировки выключает цепь обмотки вспомогательного реле стартера, что предотвращает случайное включение стартера при работающем двигателе.

§ 34. ОСНОВНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ

Основными признаками неисправностей контрольно-измерительных приборов могут быть: отклонение стрелки за пределы шкалы в указателях температуры охлаждающей жидкости, давления масла (воздуха), уровня топлива и др.; резкие колебания стрелки и неточное показание указателей приборов.

Отклонение стрелки за пределы шкалы в указателях температуры охлаждающей жидкости, давления масла (возду-

ха) и уровня топлива вызывается обрывом или замыканием на корпус провода, соединяющего датчик и указатель.

В случае обрыва провода в момент включения зажигания в указателях температуры охлаждающей жидкости, давления масла и воздуха стрелка будет резко отклоняться до отказа влево от крайнего левого деления шкалы, а в указателе уровня топлива — вправо за деление «П» шкалы. После выключения цепи стрелка указателя проверяемого прибора устанавливается в исходное положение немного левее крайнего левого деления шкалы. Для проверки на обрыв провода, соединяющего датчик и указатель, необходимо при включенной цепи контрольно-измерительных приборов отсоединить провод от датчика и подключить его через последовательно включенную лампу (мощностью 1—3 Вт) на корпус автомобиля. Если провод оборван, то лампа гореть не будет и положение стрелки указателя не изменится. Оборванный проводник заменяют или производят пайку места обрыва с последующей изоляцией отремонтированного участка.

В случае замыкания провода на корпус автомобиля в момент включения зажигания в указателях температуры охлаждающей жидкости, давления масла и давления воздуха стрелка будет резко отклоняться вправо за пределы шкалы, а в указателе уровня топлива — влево от нуля. Для проверки провода, соединяющего датчик и неисправно работающий указатель, на замыкание с корпусом автомобиля необходимо при включенной цепи отсоединить провод от зажима датчика. Если стрелка указателя не изменит своего положения, то провод замкнут на корпус автомобиля. Неисправный провод заменяют или изолируют поврежденный участок.

Резкие колебания стрелки и неточное показание указателей контрольно-измерительных приборов обычно происходят при неплотном креплении наконечников проводов, что создает в цепи ненадежный контакт с большим переходным сопротивлением. Слабое крепление наконечников проводов на зажимах приборов устраняется подтягиванием винтов или гаек крепления наконечников, а также более плотной посадкой штекерных соединений.

Рассмотрим наиболее характерные и часто встречающиеся неисправности контрольно-измерительных приборов.

Неисправности указателя и датчика электрического манометра. При обрыве спирали реостата датчика (см. рис. 85) или плохом контакте ползунков со спиралью реостата стрелка приемника отклоняется влево от нулевого

деления. Нарушение регулировки датчика приводит к неправильным показаниям указателя. В случае обрыва в цепи катушки К1 стрелка указателя отклоняется за максимальное деление шкалы. При обрыве в цепи катушек К2 и К3 стрелка указателя отклоняется влево от нулевого деления. Обрыв в цепи катушек приборов происходит в результате расплавления провода током большой силы при повышенном напряжении генератора или замыкании провода, соединяющего указатель с датчиком на корпус автомобиля. Правильность показаний указателя давления можно проверить контрольным манометром, подсоединенным к масляной магистрали двигателя или воздушной магистрали тормозной системы. Проверку катушек указателей давления масла, воздуха, уровня топлива и температуры на обрыв производят с помощью аккумуляторной батареи с последовательным включением в цепь проверяемой катушки лампочки мощностью 1 Вт. При обрыве цепи катушки лампа не горит. Исправность катушек проверяют также омметром с последующим сопоставлением измеренной величины сопротивления с техническими данными. В случае обрыва катушки омметр регистрирует бесконечность. Для определения состояния датчиков измеряют омметром их сопротивление и сравнивают замеренную величину с техническими данными. В датчиках указателей давления масла (воздуха) и уровня топлива сопротивление замеряют при полностью включенном реостате проверяемого датчика.

Неисправности указателя и датчика электрического термометра. При изменении первоначального сопротивления терморезистора 1 датчика (см. рис. 87) показания указателя будут неточные. В случае перегрева датчика, что может быть при пуске и прогреве двигателя без воды в системе охлаждения и недопустимом понижении уровня воды в системе, датчик выходит из строя. Обрыв в цепи катушки К1 указателя вызывает отклонение стрелки влево за пределы шкалы. При обрыве в цепи катушек К2 и К3 стрелка указателя устанавливается в крайнее правое положение. Нарушения цепи катушек возникают вследствие расплавления проводника катушек при повышенном напряжении генератора и замыкании провода, соединяющего указатель с датчиком, на корпус автомобиля. Правильность показаний указателя проверяют контрольным термометром.

Неисправности указателя и датчика измерителя уровня топлива. При нарушении контакта ползунков 12 (см. рис. 90)

со спиралью реостата 11 датчика из-за износа контактных поверхностей ползунков или спирали реостата будет прерываться ток в цепи указателя и стрелка указателя будет резко колебаться. При обрыве реостата датчика стрелка приемника будет располагаться за делением «П» до тех пор, пока ползунки реостата не переместятся до места обрыва, после чего стрелка устанавливается на соответствующее деление шкалы. При обрыве в цепи катушки К1 стрелка приемника устанавливается за деление «П» шкалы, а при обрыве в цепи катушек К2 и К3 — левее деление «0» шкалы. Правильность показаний указателя уровня топлива можно проверить, наполняя или опорожняя полный бак мерной посудой.

Неисправности сигнализаторов давления масла и воздуха. При включенном зажигании и неработающем двигателе лампа 7 (см. рис. 86, а) сигнализатора не горит. Для проверки исправности лампы и провода, соединяющего лампу с датчиком, замыкают проводником зажим датчика на корпус автомобиля. Если лампа загорается, то датчик неисправен и его нужно заменить. Дефектом датчика в этом случае является окисление контактов включения лампы или разрушение диафрагмы 2. Если лампа сигнализатора гаснет только при большой частоте вращения коленчатого вала двигателя, необходимо проверить давление в системе смазки двигателя с помощью манометра и, если давление нормальное, датчик сигнализатора следует заменить.

Неисправности сигнализаторов температуры охлаждающей жидкости и масла. При включенном зажигании лампа 10 (см. рис. 89, а) сигнализатора горит при низкой температуре жидкости в системе охлаждения. Для проверки датчика нужно отсоединить провод от датчика и, если лампа погаснет, заменить датчик.

Не работает спидометр (тахометр). Эта неисправность возникает вследствие обрыва троса, выхода конца троса из зацепления при ослаблении крепления его оболочки, заедании в механизме счетного узла спидометра, а в спидометрах и тахометрах с электроприводом — вследствие нарушения контакта в штекерном соединении проводов, соединяющих датчик и указатель, и обрыве цепи питания обмотки указателя.

Резкое колебание стрелки спидометра (тахометра) с приводом от гибкого вала возникает в результате неравномерного вращения троса вследствие износа граней его концов, защемлении троса в местах крепления, значительном пере-

гибе его и отсутствии смазки. Изношенный и деформированный трос заменяют. Смазку троса производят смазкой ГОИ-54 или ЦИАТИМ-201.

Неточное показание спидометра (тахометра) вызывается нарушением регулировки и усталостью пружины, а также размагничиванием магнита скоростного узла. Натяжение пружины регулируют, а магнит подмагничивают. Для определения исправности троса необходимо отъединить его от места крепления у коробки передач или двигателя и провертывать освободившийся конец рукой. Если трос вращается, а стрелка не отклоняется от нулевого деления шкалы и счетный узел в спидометре не работает, то трос оборван и его надо заменить. Если произошло заедание троса или механизма счетного узла — трос не вращается. В этом случае проверяют отдельно исправность троса и указателя.

§ 35. ПРОВЕРКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ

Проверка указателей и датчиков электрического термометра, измерителя уровня топлива, манометра масла и воздуха. При проверке датчика с полупроводниковым терморезистором для электрического термометра производят измерение сопротивления терморезистора при 373 и 313 К (100 и 40° С). Сопротивление измеряют омметром. Замеченные величины сличают с данными сопротивлений, приведенными в технических условиях на это изделие. При проверке датчик погружают в воду, нагретую до 373 К (100° С). Вывод датчика должен быть выше уровня воды. Для замера сопротивления терморезистора при 313 К (40° С) в сосуд добавляют холодную воду. Температуру воды измеряют термометром. Проводники от омметра подключают к выводу и корпусу датчика. Проверку датчика также производят по показаниям эталонного указателя, подключенного к аккумуляторной батарее по схеме, приведенной на рис. 87, а. Корпуса указателя и датчика соединяют проводниками с отрицательным зажимом батарей. Датчик опускают в сосуд с водой, нагретой до 373 К (100° С). Если стрелка указателя не будет устанавливаться на делении 373 К (100° С) с погрешностью более $\pm 5\%$ шкалы, то датчик выбраковывают. При проверке указателя его соединяют с заведомо исправным датчиком по той же схеме, что и при проверке датчика. Указатель выбраковывают, если стрелка

его не устанавливается на делении 373 К (100° С) при кипении воды в сосуде, в котором расположен датчик.

Аналогично проверяют датчики и указатели электрических манометров масла и воздуха и измерителя уровня топлива. При проверке датчиков и указателей давления масла и воздуха в отверстие штуцера датчика нагнетают насосом воздух, контролируя давление манометром. При проверке датчика и указателя измерителя уровня топлива поплавков рычага датчика устанавливают в положения, соответствующие полному уровню топлива в баке, а затем — отсутствия топлива. Для каждого типа датчика углы наклона рычага в указанных положениях разные. Например, для датчика БМ120А, угол наклона рычага поплавка нужно устанавливать на 23°, что соответствует установке стрелки исправного указателя на нулевое деление и на 70° — соответственно деление «П». Перед проверкой датчик закрепляют на вертикально установленном кронштейне, имеющем градуированный сектор для отсчета угла установки рычага поплавка. Сопротивление реостата датчиков указателей электрического манометра масла и воздуха измеряют в нерабочем состоянии, когда под диафрагмой датчика будет атмосферное давление. При измерении сопротивления датчика измерителя уровня топлива рычаг поплавка устанавливают в положение, соответствующее полному уровню топлива в баке. Замеренные величины сопротивления реостатов датчиков сопоставляют с величинами сопротивлений, приведенными в технических условиях на эти изделия. В указателях измерителя уровня топлива при равномерном завышении или занижении показаний во всех точках шкалы можно подогнуть рычаг поплавка датчика.

Проверка сигнализаторов давления масла и воздуха. Соединяют датчик последовательно с сигнальной лампой и подключают цепь к аккумуляторной батарее. Лампа должна гореть. Затем нагнетают воздух под диафрагму, контролируя давление манометром, и наблюдают, при какой величине давления произойдет выключение цепи лампы. Затем понижают давление воздуха и наблюдают за величиной давления, при которой включается лампа. Датчик выбраковывают, если включение лампы происходит при давлении, не соответствующем техническим условиям на это изделие.

Проверка сигнализаторов температуры охлаждающей жидкости и масла. Соединяют датчик последовательно с сигнальной лампой и подключают цепь к аккумуляторной ба-

тарее. Лампа не должна гореть. Затем погружают баллон датчика в воду, нагретую до $70-80^{\circ}\text{C}$, и продолжают нагревать ее, наблюдая за температурой, при которой загорится лампа. Сличают замеренную температуру момента включения лампы с данными технических условий. Датчик выбраковывают, если включение лампы происходит при температуре, не соответствующей величинам, приведенным в технических условиях на это изделие. В датчиках ТМ111 и РС403-Б (см. рис. 89, б, в) винтом 3 можно регулировать температуру замыкания контактов; для уменьшения температуры винт нужно ввинчивать внутрь корпуса баллона.

Проверка амперметров. Правильность показаний проверяемого амперметра определяют при сопоставлении с показаниями эталонного амперметра, включенного в ту же цепь. Проверку проводят при прохождении тока в обоих направлениях. Для проверки оба амперметра включают последовательно нагрузочному реостату и подключают цепь к аккумуляторной батарее. Если погрешность показаний превышает 7% от верхнего предела измерений, в амперметрах с подвижным магнитом производят регулировку поворачиванием магнита 2 (см. рис. 83), а в амперметрах с неподвижным магнитом производят подмагничивание магнита.

Проверка указателя напряжения. Показания проверяемого указателя напряжения сопоставляют с показаниями эталонного вольтметра. Регулировка осуществляется магнитом 1 (см. рис. 84). Для увеличения показания магнит вывинчивают, а для уменьшения — ввинчивают.

Проверка спидометров (тахометра). Проверку правильности показаний спидометра выполняют на специальных устройствах, на которых показания проверяемого прибора сопоставляют с показаниями эталонного спидометра. На этих устройствах валики приводов проверяемого и эталонного приборов вращают электродвигателем с одинаковой частотой. В случае завышенных показаний проверяемого прибора, что может быть вследствие ослабления натяжения пружины 11 (см. рис. 91), сдвигом рычажка 9 вокруг оси прибора корректируют натяжение пружины, а следовательно, и показания регулируемого прибора. Проверку указателя спидометра с электроприводом можно провести при его работе с эталонным датчиком, а проверку датчика — с эталонным указателем. Неисправные датчики и указатели подвергают ремонту. Контрольно-измерительные приборы проверяются с помощью прибора Э204 и др.

Глава V

СИСТЕМА ОСВЕЩЕНИЯ И СВЕТОВОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ

Система освещения и световой сигнализации предназначена для освещения дороги и передачи информации о своем автомобиле (его присутствии, габаритных размерах и предполагаемом маневре), а также для освещения салона кузова, кабины, приборов щитка. багажника, номерного знака автомобиля и др.

§ 36. ГОЛОВНОЕ ОСВЕЩЕНИЕ

Головное освещение должно обеспечивать достаточную видимость дороги и объектов на ней как при ближнем свете (свете встречного разъезда без ослепления водителя встречного транспорта), так и при дальнем — с целью поддержания высокой скорости движения автомобиля. Распределение света на полотне дороги в значительной степени зависит от конструкции оптического элемента и лампы фары. В настоящее время на автомобилях применяются фары: с асимметричными системами распределения ближнего света: европейской и американской.

Асимметричное светораспределение (рис. 94, б) обеспечивает лучшую освещенность правой части дороги и уменьшает возможность ослепления водителя встречного транспорта. Фары с асимметричной европейской системой распределения ближнего света создают световой пучок, имеющий резко выраженный асимметричный характер и резкую свето-теньевую границу правая часть которой поднимается под углом 15° (рис. 95, б). Такое светораспределение получается в основном за счет наличия экрана 3 (см. рис. 95, а, г) под нитью 2 ближнего света и частично перераспределения светового пучка за счет линз и призм рассеивателя.

В СССР находят еще применение фары с так называемой американской системой светораспределения. Эти фары создают асимметричное светораспределение светового пучка

ближнего света, но без четкой свето-теневой границы (рис. 96, б). Такое светораспределение получается за счет установки нити 2 накала ближнего света немного вверх и влево по отношению нити 1 дальнего света (см. рис. 96, а), а также за счет призм и линз рассеивателя. Нити дальнего света ламп европейской и американской систем светораспределения располагаются в фокусе оптического элемента, и поэтому при дальнем свете фары создают почти параллельный пучок света (см. рис. 95, в и 96, в).

Из сравнения европейской и американской систем светораспределения следует, что при ближнем свете фары европейской системы обладают более рациональным светораспределением, хорошо освещают правую часть дороги и обочину, обладают меньшим слепящим действием для водителей встречных автомобилей. Фары американской системы светораспределения обеспечивают более равномерное освещение всей дороги, но обладают большим слепящим действием. Фары с европейской асимметричной системой светораспределения благодаря своим преимуществам получили широкое применение на современных автомобилях.

На современных автомобилях применяются: двухфарное головное освещение с круглыми (диаметром 170 мм) или прямоугольными (диаметром 210 мм) оптическими элементами и четырехфарное — с круглыми оптическими элементами диаметром 136 мм. Четырехфарное освещение основано на оптимальном распределении дальнего и ближнего света двумя типами фар с оптическими элементами диаметром 136 мм. Внешние фары являются фарами ближнего и дальнего света, а внутренние — только фарами дальнего света. При включении дальнего света работают все четыре фары: внутренние фары дальнего света создают при этом направленный вдаль четкий световой пучок прожекторного типа, а нити дальнего света внешних фар создают рассеян-

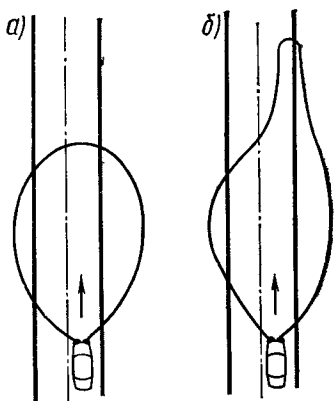


Рис. 94. Схемы световых пятен на полотне дороги при ближнем свете:

а — симметричное; б — асимметричное

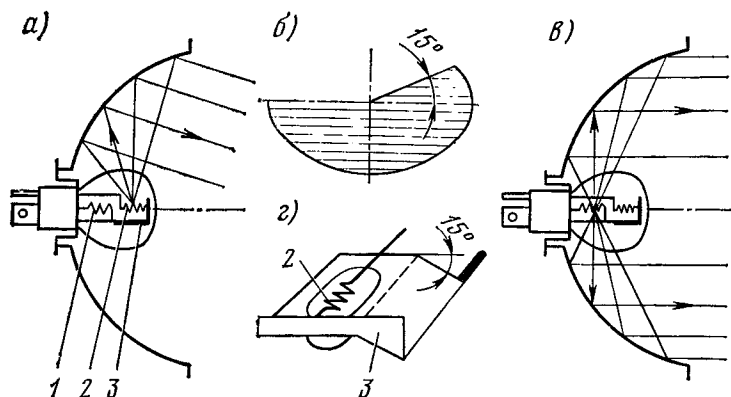


Рис. 95. Схемы хода лучей в оптической системе с европейской системой светораспределения:

а — ближний свет; *б* — световое пятно ближнего света на экране; *в* — дальний свет; *г* — экран лампы; 1 — нить дальнего света; 2 — нить ближнего света; 3 — экран

ный световой пучок, что обеспечивает освещение ближних участков дороги и обочин. При включении ближнего света работают соответствующие нити накала ламп внешних фар. При четырехфарном освещении обеспечивается большая дальность видимости при дальнем свете за счет увеличения суммарной площади отражателей и повышения общей мощ-

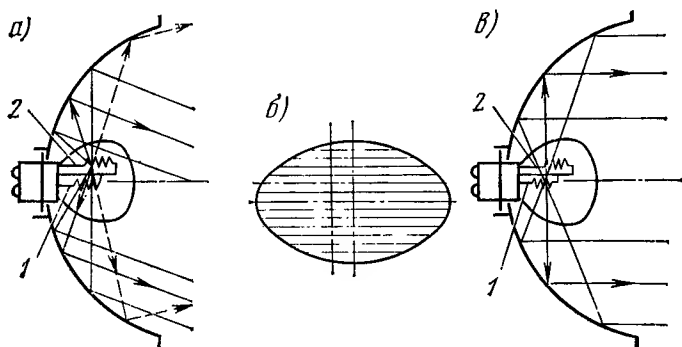


Рис. 96. Схемы хода лучей в оптической системе с американской системой светораспределения:

а — ближний свет; *б* — световое пятно ближнего света; *в* — дальний свет; 1 — нить дальнего света; 2 — нить ближнего света

ности нитей ламп; улучшается светораспределение ближнего света, так как рассеиватели этих фар рассчитываются только на распределение ближнего света.

Однако уменьшается дальность видимости при ближнем свете за счет меньшей площади отражателей двух фар диаметром 136 мм по сравнению с двумя фарами диаметром 170 мм, при одинаковой мощности ламп; требуется устанавливать на автомобили более мощные генераторы так как в фарах установлены четыре лампы, с большей суммарной мощностью нитей накала.

§ 37. ПРИБОРЫ СИСТЕМЫ ОСВЕЩЕНИЯ И СВЕТОВОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ

Фары головного освещения. В двухфарной системе освещения с круглыми фарами широкое распространение имеют фары с оптическими элементами: ФГ-140 с европейской и ФГ-105 с американской системой светораспределения. Диаметр оптических элементов — 170 мм. Фары различаются в основном конструкцией рассеивателя оптического элемента и лампы.

Рассмотрим устройство фары с оптическим элементом ФГ140. В корпусе 4 (см. рис. 97) установлен держатель 5 оптического элемента. Оптический элемент крепится к держателю с помощью наружного ободка 2. Оптический элемент фары состоит из отражателя 6, рассеивателя 1 и лампы 8.

Отражатель оптического элемента собирает световой поток, испускаемый лампой, и концентрирует его в пределах малого телесного угла, что позволяет получить большую силу света (25 000—70 000 кд) в центральной его части и обеспечить освещенность около 2 лк на расстоянии примерно 140—180 м. Отражатель полуразборного оптического элемента изготавливается из стальной полированной ленты, а отражатель лампы-фары — из стекла. Внутреннюю поверхность отражателя покрывают лаком, а поверх него наносится тонкий слой алюминия путем испарения его в вакууме. Для предотвращения окисления — алюминированная поверхность покрывается очень тонким слоем специального лака. Алюминированная поверхность отражает до 90% падающего на него света.

Рассеиватель предназначен для перераспределения светового пучка, исходящего от отражателя, и приведения его

в соответствии с требованиями на светораспределение. Соответствующее светораспределение обеспечивается за счет призм и линз на внутренней поверхности рассеивателя. Рассеиватель распределяет световой пучок в горизонтальной плоскости на $18-20^\circ$, что улучшает освещение обочин дороги. Правая сторона дороги освещается лучше для повышения безопасности движения. Рассеиватель оптического элемента может быть завальцован в отражателе зубцами, расположенными по окружности отражателя, тогда между рассеивателем и отражателем устанавливается уплотнительная резиновая прокладка. Рассеиватель оптического элемента у большинства фар приклеивается к отражателю. При регулировке света фар положение держателя 5, а вместе с ним и оптического элемента в корпусе фары изменяется при помощи двух регулировочных винтов 3 и 13. Один провод от контактной колодки 10 соединен с корпусом фары, а проводники 11 подключают к переключателю света.

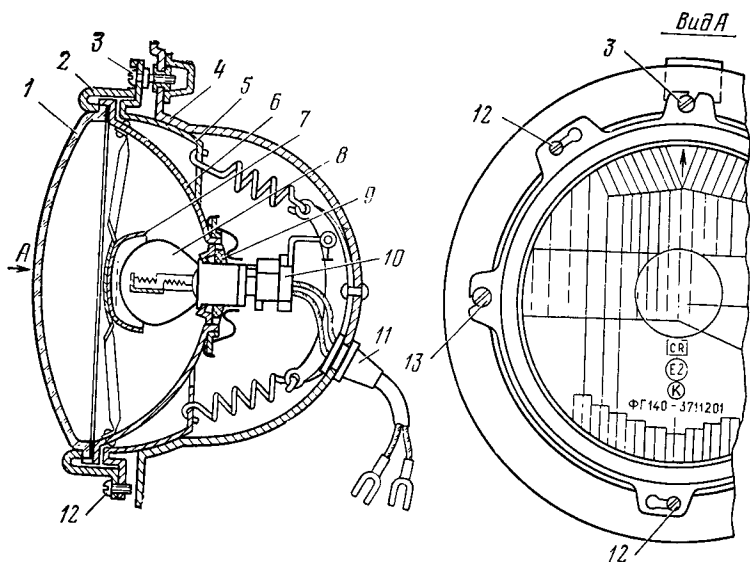


Рис. 97. Фара ФГ 140:

1 — рассеиватель; 2 — ободок; 3 и 13 — регулировочные винты; 4 — корпус; 5 — держатель оптического элемента; 6 — отражатель; 7 — экран; 8 — лампа; 9 — узел крепления; 10 — штекерная колодка; 11 — проводники; 12 — винты крепления

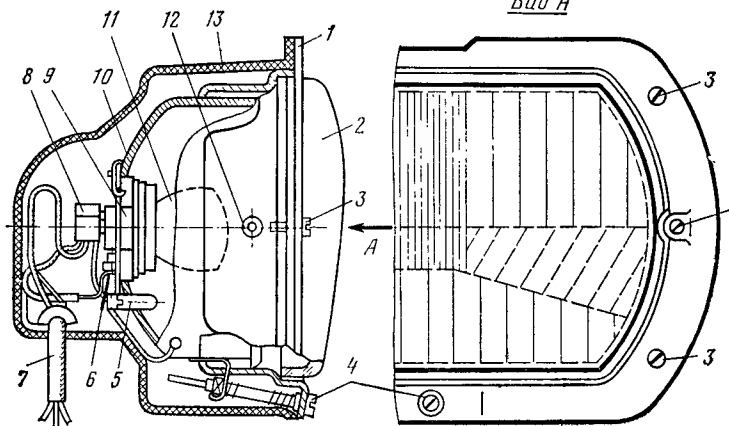


Рис. 98. Прямоугольная фара:

1 — корпус; 2 — рассеиватель; 3 — винты крепления; 4 — регулировочные винты; 5 — лампа габаритного освещения; 6 — пружина; 7 — проводники; 8 — штекерная колодка; 9 — зажим; 10 — отражатель; 11 — лампа; 12 — шарнир; 13 — кожух

Прямоугольные фары (рис. 98) нашли широкое применение на современных автомобилях благодаря большой площади отражателя, что позволяет при одинаковой мощности ламп получить лучшую освещенность дороги. Корпус 1 фары вместе с приклеенным к нему стеклянным рассеивателем 2 крепится к кожуху 13 тремя винтами 3. Параболический отражатель 10 диаметром 210 мм имеет срезы верхней и нижней частей.

Отражатель крепится к корпусу 1 шарниром 12 и двумя регулировочными винтами 4. В отражателе 10 зажимом 9 закреплена основная лампа 11, а с помощью пластинчатой пружины 6 — лампа 5 габаритного света. Проводники 7 крепятся к колодке 8.

Лампы автомобильных фар имеют две нити накала — нить ближнего и нить дальнего света. Лампы автомобильных фар (рис. 99) имеют разные цоколи, обеспечивающие точное расположение нитей относительно фокуса отражателя. В фарах с американской системой светораспределения применяются лампы с цоколем 2ФД-42 (см. рис. 99, а, б). Экран в лампе перед нитью ближнего света снижает вероятность ослепления водителей встречного транспорта. В фарах

с европейской асимметричной системой светораспределения применяются лампы с цоколем P45t-41 (см. рис. 99, г). Нити канала лампы изготавливают из вольфрамовой проволоки, свитой спиралью. Во время работы лампы происходит испарение вольфрама, в результате чего на стенках колбы появляется черный налет, уменьшающий световой поток. Для уменьшения испарения вольфрама колбы ламп мощностью 3 Вт и выше наполняют инертными газами (смесь

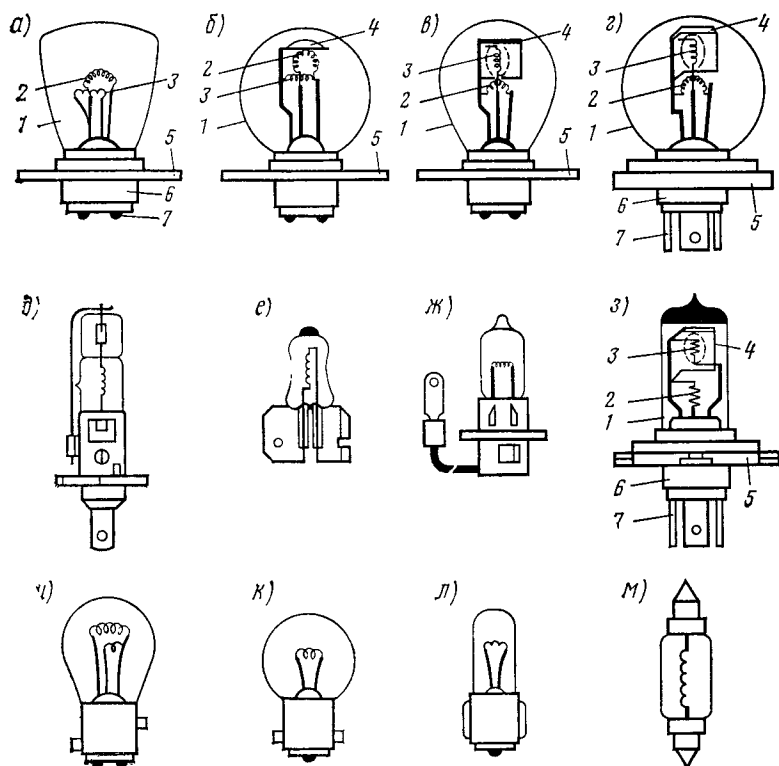


Рис. 99. Лампы головных фар:

а и б — для американской системы с цоколем 2FD-42; в — для европейской симметричной системы; г — для европейской асимметричной системы с цоколем P45t-41; лампы галогенные; д — H1; е — H2; ж — H3; з — H4. Лампы штифтовые: и — двухконтактная двухнитевая; к — одноконтактная однонитевая; л — пальчиковая; м — софитная; 1 — колба; 2 — нить дальнего света; 3 — нить ближнего света; 4 — экран; 5 — фокусирующий фланец; 6 — цоколь; 7 — выводы

из 96% аргона и 4% азота или криптоно-ксеноновая смесь). Лампы мощностью до 3 Вт изготавливают вакуумными.

В газонаполненных лампах вследствие повышенного давления инертных газов в колбе допускается более высокая температура (до 3000 К) нагрева нити накала, чем в вакуумных лампах. Это дает возможность увеличить световую отдачу на 1 Вт мощности лампы. Дальнейшее повышение температуры нагрева спирали ламп, заполненных инертными газами, невозможно, так как это приводит к значительному испарению вольфрама, а следовательно, к значительному уменьшению срока службы ламп.

В настоящее время широкое применение находят галогенные лампы (см. рис. 99, *д — з*), особенностью которых является наличие в колбе лампы инертного газа с добавкой галогенов или их соединений (чаще всего соединения брома). Галогенные лампы отличаются от обычных ламп накаливания меньшими размерами колбы, повышенной яркостью (за счет повышения температуры спирали до 3600 К), отсутствием осаждения вольфрама на внутренних стенах колбы, что обеспечивает постоянство светового потока в течение всего срока службы. Испарившийся вольфрам вступает в реакцию с бромом, образуя с ним неустойчивое соединение, которое, перемещаясь внутри колбы, попадает в область, прилежащую к нити накала, где происходит его распад, и вольфрам осаждается на нить. Это исключает почернение колбы лампы и приводит к восстановлению нити накала. Практически при работе лампы вольфрам испаряется и оседает на нить не по всей поверхности одинаково, что приводит к уменьшению толщины нити в отдельных местах, а затем и к ее перегоранию. Для активного протекания реакции в колбе галогенной лампы ее температура должна быть около 900 К, а поэтому их изготавливают из жаростойкого кварцевого стекла. При использовании галогенных ламп в фарах значительно улучшаются их светотехнические характеристики (например, дальность видимости при дальнем свете составляет около 400 м).

Лампы освещения выпускаются также со штифтовым цоколем и софитные (рис. 99, *и, к, л, м*).

Противотуманные фары. (рис. 100) предназначены для освещения дороги впереди автомобиля и обозначения его габаритных размеров при движении в условиях малой прозрачности атмосферы (туман, дождь, пурга). Они отличаются

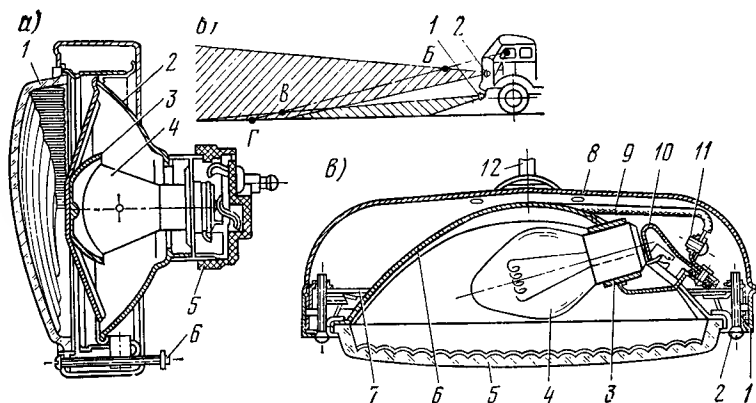


Рис. 100. Противотуманная фара:

а — фара типа ФГ119;

1 — рассеиватель; 2 — отражатель; 3 — экран; 4 — лампа; 5 — патрон; 6 — регулировочный винт;

б — распределение световых лучей;

1 — противотуманных фар; 2 — фар головного освещения; АВВГ — линия зрения водителя;

в — фара типа ФГ120-Б:

1 — ободок; 2 — влит; 3 — патрон лампы; 4 — лампа; 5 — рассеиватель; 6 — отражатель; 7 — держатель оптического элемента; 8 — корпус; 9 — проводник; 10 — контактная пластина; 11 — зажим; 12 — шаровая опора

от фар головного освещения узким рассеянием светового пучка в вертикальной плоскости, более четкой верхней светотеневой границей и широким рассеянием светового пучка в горизонтальной плоскости, что обеспечивает удовлетворительную видимость дороги и придорожной полосы на расстоянии 15—25 м и позволяет двигаться в атмосфере малой прозрачности со скоростью 20—30 км/ч, т. е. почти вдвое повысить скорость движения. Необходимое светораспределение достигается за счет рассеивателя с вертикальными цилиндрическими линзами. Рассеиватели противотуманных фар для создания большого цветового контраста часто изготавливают из стекла желтого цвета, но в этом случае требуются лампы большей мощности. Противотуманные фары устанавливаются ниже фар головного освещения. Фары ФГ119 применяются на автомобилях ПАЗ-672, ЛиАЗ-677, МАЗ-500; ФГ120Б — на автомобиле ГАЗ-24 «Волга», а на автомобилях КамАЗ-ФГ152 с галогенными лампами АКГ24-70.

Приборы световой сигнализации. Автомобиль должен иметь спереди и сзади по два габаритных огня и по два указателя поворота; боковые повторители указателей поворота; два сигнала торможения; световозвращатели; фонарь освещения заднего номерного знака и другие сигнальные огни. Светосигнальные приборы выполняются в виде переднего и заднего фонарей и реже в виде отдельных конструкций. Комплект унифицированных сигнальных фонарей для грузовых автомобилей, отвечающих международным нормам, состоит из переднего фонаря ПФ130 и заднего ФП130.

Передний фонарь ПФ130 — круглой формы, двухсекционный. Верхняя секция имеет рассеиватель оранжевого цвета, параболический отражатель и лампу мощностью 21 Вт и выполняет функции указателя поворота. Нижняя секция имеет бесцветный рассеиватель и лампу мощностью 5 Вт и служит для обозначения габаритов автомобиля и стояночного света.

Задний фонарь ФП130 — прямоугольной формы, трехсекционный. Крайняя секция относительно кузова автомобиля имеет рассеиватель оранжевого цвета, параболический отражатель и лампу мощностью 21 Вт и выполняет функции указателя поворотов. Средняя секция с рассеивателем красного цвета и лампой мощностью 5 Вт выполняет функции габаритного огня и стояночного света. Кроме этого, в левом заднем фонаре имеется вставка из бесцветной пластмассы, через которую освещается номерной знак. Третья секция с рассеивателем красного цвета, параболическим отражателем и лампой мощностью 21 Вт выполняет функции сигнала торможения. В рассеивателях задних фонарей между габаритным огнем и сигналом торможения в специальном углублении установлены световозвращатели красного цвета, которые предназначены для обозначения габаритных размеров автомобиля в темное время суток путем отражения света, излучаемого источником, находящимся вне этого автомобиля.

Все автомобили имеют боковые повторители указателей поворота с рассеивателями оранжевого цвета. На всех современных легковых автомобилях установлены светосигнальные фонари, световые и цветовые характеристики которых отвечают международным нормам, а их форма, размеры и расположение разработаны в соответствии с внешними формами данной модели автомобиля.

§ 38. КОММУТАЦИОННАЯ АППАРАТУРА СИСТЕМЫ ОСВЕЩЕНИЯ И СВЕТОВОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ

Главный переключатель света ползункового типа (рис. 101) имеет кнопочное управление и установлен на щитке приборов автомобилей. В корпусе 12 расположена каретка 11, соединенная штоком 1 с кнопкой. В каретке 11 установлен стальной шарик 13, который усилием пружины 10 фиксирует контактные пластины 8 в каждом из трех положений. Латунные контактные пластины 8 закреплены на пластмассовой колодке 5 и вместе с ней установлены в каретке 11. Пластины 8 поджимаются к контактам панели 6 пружинами 9. Контактные пластины имеют по две выдавленные поверхности, которые замыкают контакты пяти зажимов 4 и 7, укрепленных в контактной текстолитовой панели 6. Зажимы переключателя имеют цифровые обозначения (на рис. 101, б они взяты в кружочки). На кронштейне 2 закреплен реостат, состоящий из корпуса 3, изолятора 14 с установленной в нем спиралью 16 и движка 15 реостата.

Дополнительный (ножной) переключатель света (рис. 102) служит для перехода от габаритного света передних фонарей на ближний свет фар или с ближнего света фар — на дальний свет. Переключатель устанавливают в нижней части кабины водителя. Защитный резиновый уплотнитель 1 предотвращает попадание влаги и грязи внутрь корпуса переключателя. Для переключения света нажимают ногой на плунжер 2, который через шток 5 повернет храповик 7, а вместе с ним и текстолитовую шайбу 9 с латунной контактной пластиной 10. При этом контактная пластина 10 замыкает один из боковых контактов 13 с контактом 14. К зажиму 12 подведен провод от главного переключателя света. При прекращении воздействия на плунжер пружина 3 возвращает шток 5 в исходное положение. На ось 6 устанавливается пружина 8, обеспечивающая фиксацию храповика 7 в корпусе 4 и плотно прижимающая контактную пластину 10 к контактной панели 11.

Вследствие большой мощности ламп фар в цепи главного и ножного переключателей света проходит ток большой силы, что будет причиной значительного обгорания контактов переключателей. Возникает отказ в работе системы освещения. С целью повышения надежности и безотказности действия системы освещения в автомобилях ГАЗ-3102, ВАЗ, «Москвич» и других применяют различные реле, ко-

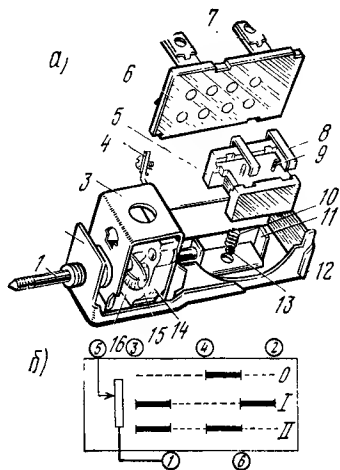


Рис. 101. Главный переключатель света ПЗ8:

а — устройство; б — схема коммутации:

1 — шток; 2 — кронштейн; 3 — корпус; 4 и 7 — зажимы; 5 — колодка; 6 — панель; 8 — контактные пластины; 9 и 10 — пружины; 11 — каретка; 12 — корпус; 13 — шарик; 14 — изолятор; 15 — движок реостата; 16 — спираль реостата

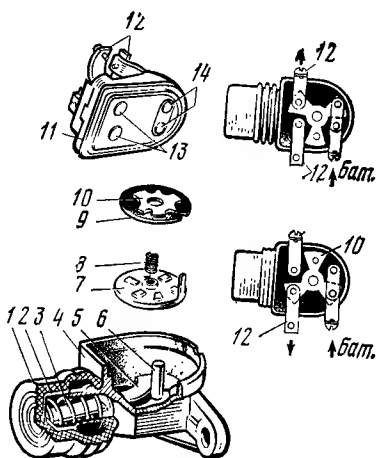


Рис. 102. Дополнительный (ножной) переключатель света:

1 — уплотнитель; 2 — плунжер; 3 и 8 — пружины; 4 — корпус; 5 — шток; 6 — ось; 7 — храповик; 9 — текстолитовая шайба; 10 — контактная пластина; 11 — контактная панель; 12 — зажимы; 13 — контакты

торые разгружают переключатели от тока большой силы в цепи фар.

Реле РС711 (рис. 103) переключения света фар. Это электромагнитное реле с кривошипно-кулисным механизмом переключения электрической цепи нитей накаливания ламп головных фар. На правой части рисунка за линией разрыва основания 11 магнитопровод 5 (с установленными на его оси 10 деталями переключателя) условно повернут на 90°, что позволяет понять принцип действия кривошипно-кулисного механизма. Держатель 7 контакта К1 и пружина 8 неподвижно закреплены на магнитопроводе 5. Пластмассовая кулиса 6 может свободно перемещаться вокруг оси 10, а от осевого смещения удерживается замочной шайбой. В вырез кулисы 6 входит шип пластмассового кривошипа 4. Кривошип нанизан на круглый конец якорька 3 и отжимается вниз упругой пластиной 1. В нейтральном нерабочем состоянии шип кривошипа 4 расположен на одной оси с острием

выреза кулисы 6, а контакты К1, К2 и К3 находятся в разомкнутом состоянии. Обмотка реле подключается в цепь источников энергии выключателем 13 или главным переключателем 12 света. При обгоне впереди идущего транспорта, водитель несколько раз включает и выключает выключатель 13, чтобы создать мигание дальнего света. Проходящий по обмотке реле ток вызывает намагничивание сердечника, что вызовет притяжение якорька 3 и упругая пластина 1

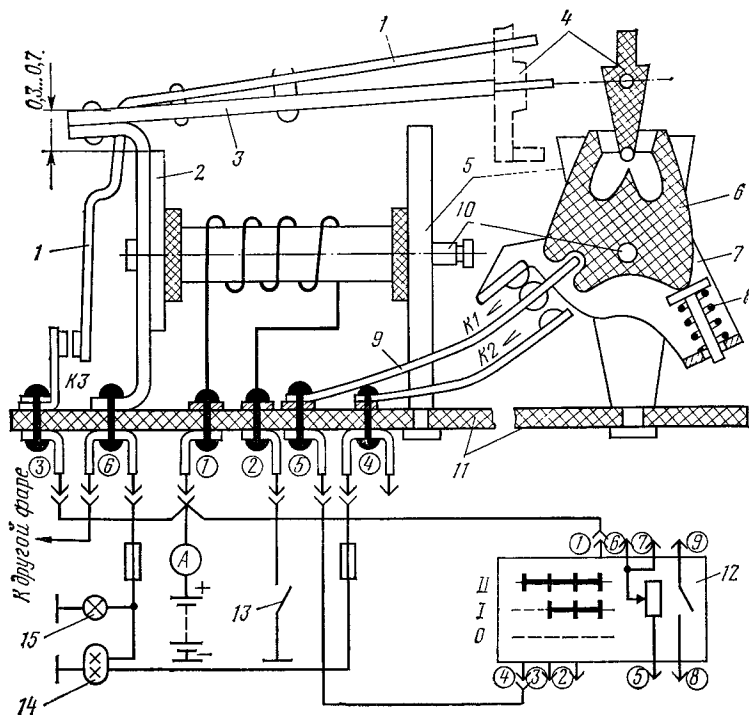


Рис. 103. Схема реле РС711 переключения света фар:

1 — упругая пластина; 2 и 5 — магнитопроводы; 3 — якорек; 4 — кривошип; 6 — кулиса; 7 — держатель неподвижного контакта К1 и пружины 8; 8 — фиксаторная пружина; 9 — пластина подвижных контактов; 10 — ось качения кулисы; 11 — основание; 12 — главный переключатель света; 13 — выключатель; 14 — фара; 15 — контрольная лампа дальнего света; К3 — контакты мигания дальнего света; К2 — контакты включения цепи ближнего света; К1 — контакты включения дальнего света. Цифры в кружочках — цифровое обозначение штекеров реле и главного переключателя света (на рисунке изображена одна фара)

включит контакты КЗ. Включатся нити накаливания дальнего света фар.

Цепь тока на лампы фар: плюс аккумуляторной батареи — амперметр — зажим 1 реле — зажим 3 — контакты КЗ — магнитопровод 2 — зажимы 6 — плавкий предохранитель — лампы фар — корпус автомобиля — минус аккумуляторной батареи.

При включении главного переключателя 12 во второе положение включается цепь обмотки реле и якорек 3, притягиваясь к магнитопроводам 2 и 5, переместит кривошип 4 вниз. Шип кривошипа будет скользить по левой или правой стенке выреза и повернет кулису 6 вправо или влево (по рисунку). Кулиса переместит пластину 9 подвижного контакта и произойдет замыкание контактов К1 или К2. Пружина 8 обеспечивает фиксацию кулисы 6 в рабочем положении. В случае необходимости переключение света фар достигается повторным включением цепи ламп фар главным переключателем света.

Зазор между контактами 1—1,5 мм регулируется подгибанием держателей контактов.

Реле РС527 (рис. 104) включения противотуманных фар. Обмотка реле 1 включается в цепь источников выключателем 4. Ток, проходящий по обмотке, намагничивает сердечник, якорек притягивается к нему и вызывает замыкание контактов, что и обеспечивает включение в цепь ламп противотуманных фар и контрольной лампы.

Переключатель указателей поворота П105А (рис. 105) устанавливается на рулевой колонке под рулевым колесом и действует полуавтоматически. Включается переключатель поворотом рукоятки 8, а выключается автоматически при выходе автомобиля из поворота за счет ролика 5. Переключатель 9, предназначенный для соединения электрических цепей сигнальных ламп с источником тока, и механический привод, обеспечивающий включение и выключение переключателя.

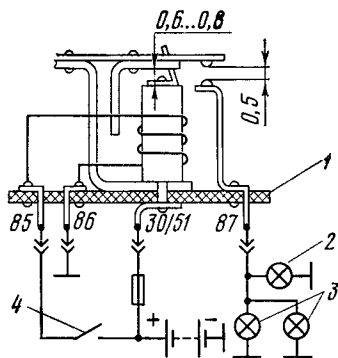


Рис. 104. Реле РС527 включения противотуманных фар:

1 — реле; 2 — контрольная лампа; 3 — противотуманные фары; 4 — выключатель; 85, 86, 30/51, 87 — цифровое обозначение штекеров реле

чателя, размещены в корпусе 10. Переключатель действует следующим образом: при перемещении рычага 8 из нейтрального (выключенного) положения вперед или назад до отказа контактные пластины перемещаются во включенное положение. Одновременно фасонная пластина, находящаяся на втором конце рычага, поджимает резиновый ролик 5 к ступице 3 рулевого колеса. При повороте рулевого колеса 4 резиновый ролик 5, прижатый к ступице 3, поворачивается вместе с ней. Если рулевое колесо повернуть в сторону перемещения рычага 8 переключателя, то ось 6 ролика упрется в выступ фасонной пластины, и ролик 5 пробуксует; рычаг 8 и переключатель 9 при этом останутся во включенном положении. Если рулевое колесо 4 повернуть в противоположную сторону, то ролик 5 изменит направление вращения и переместит фасонную пластину, а вместе с ней и переключатель 9 в выключенное положение.

Комбинированный переключатель П145 (рис. 106) применяется на грузовых автомобилях. В корпусе, состоящем

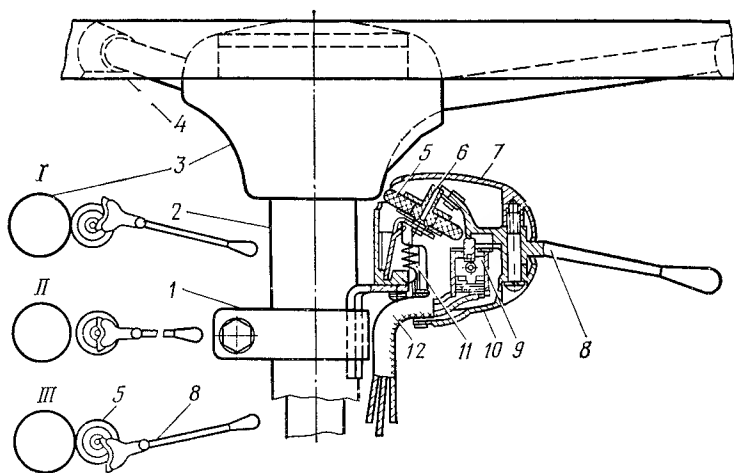


Рис. 105. Переключатель указателей поворота П105А:

I — включен правый указатель поворота; II — указатели выключены; III — включен левый указатель поворота;
1 — хомут крепления переключателя; 2 — рулевая колонка; 3 — ступица рулевого колеса; 4 — рулевое колесо; 5 — ролик; 6 — ось ролика; 7 — крышка переключателя; 8 — рукоятка; 9 — переключатель; 10 — корпус переключателя; 11 — пружина; 12 — провода

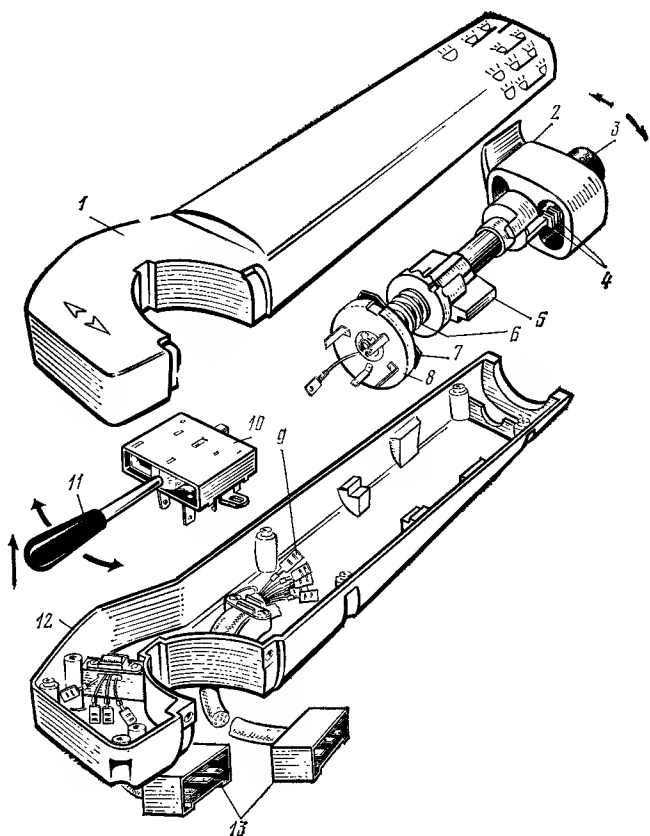


Рис. 106. Комбинированный переключатель П145:

1 и 12 — корпус; 2 и 11 — рукоятки; 3 — кнопка; 4 — контакты кнопки; 5 — шариковый фиксатор; 6 — пружина; 7 — ротор; 8 — контактная пластина; 9 — проводники; 10 — переключатель указателей поворотов; 13 — соединительные колодки

из двух половин 1 и 12 закреплены переключатель освещения, переключатель указателей поворотов и кнопки сигналов. Переключатель освещения состоит из контактной пластины 8, контакты которой соединяются в нужном положении металлическим ротором 7. Ротор прижимается к пластине 8 пружиной 6. Ротор 7 вращается рукояткой 2, положения которой фиксируется шариковым фиксатором 5. В рукоятке 2 переключателя света установлена кнопка 3 пневматическо-

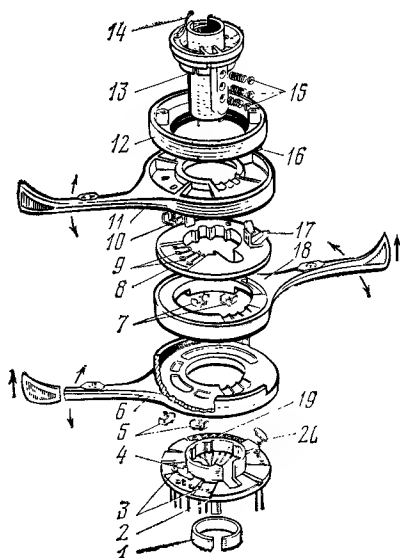


Рис. 107. Комбинированный переключатель:

1 — стопорное кольцо; 2 — корпус переключателя света, стеклоочистителя и омывателя; 3 — контакты ближнего и дальнего света; 4 — выключатель электродвигателя омывателя ветрового стекла; 5 — контактные пластины переключателя света фар; 6 — рычаг переключения света фар; 7 — контактные пластины переключателя стеклоочистителя; 8 — корпус переключателя указателей поворота; 9 — контакты переключателя указателей поворота; 10 — контактная пластина переключения указателей поворота; 11 — рычаг переключателя указателей поворота; 12 — диск автоматического выключения переключателя указателей поворота; 13 — ступица; 14 — контактная пластина кнопки звукового сигнала; 15 — шариковые фиксаторы; 16 — выступы; 17 — собачка автоматического выключения указателей поворота; 18 — рычаг переключателя стеклоочистителя и омывателя ветрового стекла; 19 — контакты переключателя стеклоочистителя; 20 — выключатель «мигания» (обгона) дальнего света фар

го или электрического сигнала. Переключатель 10 указателей поворотов управляется рукояткой 11, которая имеет четыре положения: выключено; левый поворот; правый поворот и перемещением рукоятки «на себя» включается звуковой электрический сигнал или другие приборы.

Комбинированный переключатель (рис. 107) для легковых автомобилей состоит из переключателя указателей поворотов, переключателя света фар, переключателя стеклоочистителя и омывателя фар, выключателя звукового сигнала. Все выключатели и переключатели выполнены в виде дисков, собранных на единой втулке, которая закреплена на рулевой колонке под рулевым колесом. При перемещении рычага 6 переключения света фар вокруг оси контактные пластины 5 соединяют контакты 3 или 19, включая дальний или ближний свет фар. При перемещении рычага 6 вдоль оси рулевой колонки выключатель 20 включает дальний свет фар независимо от основного переключателя, что обеспечивает «мигание» света фар. Перемещением рычага 18 переключателя стеклоочистителя вокруг оси контактные пластины 7 соединяют контакты 21, включая электродвигатель стеклоочистителя. При перемещении рычага 18 вдоль

оси рулевой колонки выключателем 4 включается электродвигатель омывателя ветрового стекла. Перемещением рычага 11 вокруг оси контактная пластина 10 соединяя контакты 9, включает левые или правые указатели поворотов. При этом собачка 17 поворачивается вокруг своей оси и одно из плеч ее занимает вертикальное положение. Когда водитель поворачивает рулевое колесо в сторону противоположного включения рычага 11, выступы 16 диска 12 возвращают собачку 17, а вместе с ней и рычаг 11 в нейтральное положение. Фиксирование положений рычагов 6, 11 и 18 осуществляется шариковыми фиксаторами 15, установленными в ступице 13. Контактная пластина 14 с помощью кнопки на рулевом колесе обеспечивает включение звукового сигнала.

Прерыватель указателей поворота РС57 (рис. 108) состоит из сердечника 12, на котором намотана обмотка 14, состоящая из 50 витков провода диаметром 0,75 мм. Обмотка прерывателя включается последовательно с лампами переднего и заднего фонарей. Якорьки 7 и 11 в нижней части жестко соединены с сердечником 12. В нерабочем состоянии контакты 8 разомкнуты усилием натянутой нихромовой струны 5, а контакты 9 разомкнуты натяжением пластинчатой пружины 13. Нижний конец струны 5 проходит через стеклян-

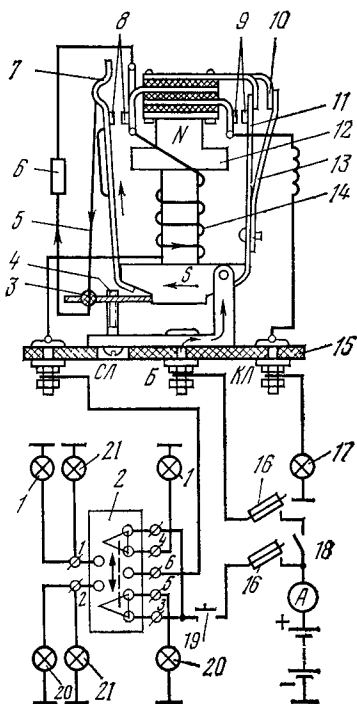


Рис. 108. Схема указателей поворота с прерывателем РС57 и переключателем П105:

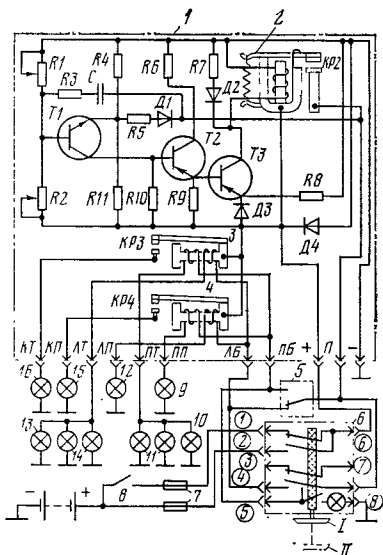
1 — лампы леного указателя поворота; 2 — переключатель указателей поворота; 3 — стеклянная бусинка; 4 — регулировочный винт; 5 — проволока (струна); 6 — резистор; 7 — якорек; 8, 9 — контакты; 10 — упор; 11 — дополнительный якорек; 12 — сердечник; 13 — возвратная пружина; 14 — обмотка; 15 — основание; 16 — предохранитель; 17 — контрольная лампа; 18 — выключатель зажигания; 19 — выключатель стоп-сигнала; 20 — лампы правого указателя поворота; 21 — лампы боковых повторителей поворота

ную бусинку 3, которая изолирует струну от кронштейна. Резистор 6 выполнен из нихромовой проволоки и имеет сопротивление 18 Ом. При включении указателей поворотов в цепи будет проходить ток. Путь тока: плюсовой вывод аккумуляторной батареи — амперметр — выключатель зажигания 18 — предохранитель 16 — зажим Б прерывателя — сердечник 12 — якорек 7 — струна 5 — резистор 6 — обмотка 14 — зажим СЛ — переключатель 2 — лампы левого или правого переднего и заднего фонарей — корпус автомобиля — минусовой вывод аккумуляторной батареи.

Так как в цепь включен резистор 6, нити ламп горят неполным накалом. Проходящий по струне 5 ток вызовет ее нагрев, вследствие чего струна удлинится и ее натяжение уменьшится. В это время остальной якорек 7 притянется к сердечнику электромагнита и контакты 8 прерывателя замкнутся. Замкнутые контакты 8 шунтируют резистор 6. Сила тока в цепи ламп увеличится и нити их будут светиться полным накалом. Прерывание тока в струне сопровождается ее остыванием и уменьшением длины. Струна снова натягивается и размыкает контакты 8, после чего процесс повторяется. Частота вибрации контактов равна 60—120 размыканиям в минуту. Периодическое замыкание и размыкание цепи контрольной лампы 17 в РС57 обеспечивается работой контактов 9. В момент замыкания контактов 8 увеличивается сила тока в обмотке электромагнита, поэтому сердечник намагничивается сильнее и, притягивая стальной якорек 11 обеспечивает замыкание контактов 9. При этом контрольная лампа включается на полное напряжение источника тока и горит полным накалом. После размыкания контактов 8 вследствие уменьшения силы тока в обмотке электромагнита уменьшается намагничивание его сердечника и тогда под действием пружины 13 контакты 9 разомкнутся и выключат цепь контрольной лампы. Нормальная работа прерывателя РС57 обеспечивается при одновременном включении двух сигнальных ламп по 21 Вт. В случае перегорания одной из ламп уменьшается сила тока, проходящего через обмотку прерывателя, в результате чего значительно увеличивается частота миганий исправной лампы, а контрольная лампа не включается. Указатели поворотов работают только при включенном выключателе зажигания. Частоту миганий ламп указателей поворотов в случае не-

Рис. 109 Схема указателей поворота с прерывателями РС950 или РС951:

1 — прерыватель РС951; 2 — реле сигнальных ламп; 3 и 4 — реле контрольных ламп; 5 — переключатель поворотов; 6 — выключатель аварийной сигнализации; 7 — предохранители; 8 — выключатель зажигания; 9 — лампа правого поворота прицепа (21 Вт); 10 — лампа бокового повторителя (4 Вт); 11 — лампа правого поворота тягача (2×21 Вт); 12 — лампа левого поворота прицепа (21 Вт); 13 — лампа бокового повторителя (4 Вт); 14 — лампа левого поворота тягача (2×21 Вт); 15 — контрольная лампа прицепа (4 Вт); 16 — контрольная лампа тягача (4 Вт); цифры в кружочках — зажимы выключателя 6; Т1 — транзистор КТ315В; Т2 и Т3 — транзисторы МП25-А; Д1, Д2, Д3, Д4 — диоды КД209-А; С — конденсатор 50 мкФ; R1, R2 — резисторы 6,8 кОм; R3, R8 — 2,7 кОм; R4, R5, R11 — резисторы — 470 Ом; R6, R10 — резисторы — 750 Ом; R7, R9 — резисторы — 200 Ом; КР2, КР3, КР4 — контакты



обходимости регулируют изменением натяжения струны 5 с помощью регулировочного винта 4.

Контактно-транзисторные прерыватели указателей поворотов типа РС950, РС951 представляют собой электронный генератор импульсов тока, управляющего электромагнитным реле. Электронный генератор с определенной частотой подает импульсы тока на обмотку реле, а реле, замыкая контакты, включает лампы указателей поворотов. Прерыватели РС950 рассчитаны на 12 В, а РС951 — на 24 В. Прерыватели отличаются друг от друга величинами сопротивлений резисторов. Схема включения указателей поворота с аварийной сигнализацией автомобиля показана на рис. 109. Включение соответствующих ламп указателя поворота осуществляется переключателем 5, а включение аварийной сигнализации выключателем 6. Получение мигающего света ламп указателя поворота достигается за счет контактно-транзисторного прерывателя 1 типа РС950, РС951 или их модификаций. В схему прерывателя 1 входят: реле 2 сигнальных ламп, реле 3 и 4 контрольных ламп и генератор импульсов, который состоит из транзисторов Т1, Т2, Т3, диодов Д1 — Д4, конденсатора С и резисторов R1 —

Р11. Все детали прерывателя смонтированы на общей панели и расположены в пластмассовом корпусе. Подключение прерывателя к бортовой сети автомобиля осуществляется с помощью штепсельного разъема. При установке переключателя 5 в соответствующее положение (например, вправо) цепочка конденсатора С и резистора R3 подключается к минусовому выводу батареи через обмотки реле 3 и 4 и нити ламп 9, 10 и 11. При этом конденсатор будет заряжаться. Заряд конденсатора приводит к открытию транзистора Т1, а следовательно, и транзисторов Т2 и Т3. Время открытого состояния транзисторов зависит от времени заряда конденсатора. Через открытый транзистор Т3 идет ток в обмотку реле 2 и контакты КР2 реле замыкаются. Через замкнутые контакты КР2 пойдет ток на лампы указателей правого поворота.

Путь тока в цепи ламп указателей поворота: плюсовой вывод аккумуляторной батареи — выключатель 8 — выключатель 6 — зажим «+» разъема — контакты КР1 — зажим П разъема — переключатель 5 — зажим ПБ разъема — обмотки реле Р2 и Р3 — зажимы ПТ и ПП разъема — нити ламп 9, 10, 11 — корпус автомобиля — минусовый вывод аккумуляторной батареи. При этом через обмотки реле Р2 и Р3 проходит ток большой силы, что приводит к замыканию контактов КР3 и КР4 и включению контрольных ламп 15 и 16, расположенных на щитке приборов. При замкнутых контактах КР2 происходит разряд конденсатора С и ток разряда удерживает транзистор Т1 в закрытом состоянии. Реле Р2 выключается. Контакты КР2 размыкаются и лампы указателя поворота гаснут. При разомкнутых контактах КР2 конденсатор С заряжается и цикл повторяется. Для переключения указателей поворота в режим аварийной сигнализации необходимо выключатель 6 установить в положение «II». При этом прерыватель 1 лампы правого и левого бортов тягача и прицепа, а также контрольная лампа в кнопке выключателя 6 подключаются к аккумуляторной батарее, минуя выключатель приборов 8 и переключатель 5. Поэтому при работе прерывателя указателей поворота будут мигать все лампы, сигнализируя об аварийном состоянии автомобиля. Ток на сигнальные лампы проходит по двум обмоткам каждого реле 3 и 4. Так как обмотки намотаны в разные стороны, сердечники реле не будут намагничиваться, контакты КР3 и КР4 будут разомкнуты и контрольные лампы 15 и 16 не будут мигать.

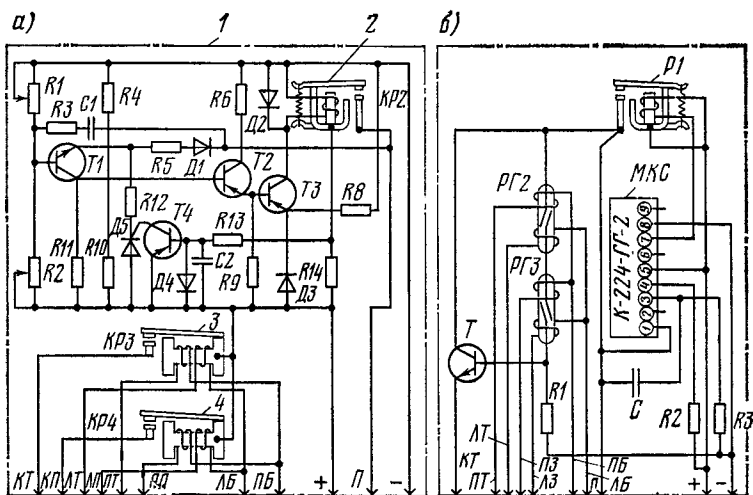


Рис. 110. Схемы контактно-транзисторных прерывателей:

а — РС951А:
 1 — прерыватель; 2, 3, 4 — реле; R12 — резистор 680 Ом; R13 — резистор 1,8 кОм; R14 — проволочный резистор 0,08 Ом; Д5 — тиристор КУ101А; C2 — конденсатор 50 мкФ;
б — РС950Е:
 Р1 — реле; РГ1, РГ3 — герконы КЭМ-2А; Т — транзистор КТ608Б; R1 — резистор 4,7 кОм; R2, R3 — резисторы 510 кОм; C — конденсатор 0,68 мкФ; МКС — микросхема К-224-ГГ-2

В настоящее время широкое распространение на автомобилях получили прерыватели РС951А, РС950Е, РС950И и др.

Особенностью прерывателя РС951А (рис. 110, а) является наличие схемы электронной защиты прерывателя от большой силы тока при замыкании в цепи сигнальных ламп указателей поворотов.

Схема защиты работает следующим образом. При возникновении короткого замыкания в цепи ламп любого борта падение напряжения на резисторе R14 резко возрастает, благодаря чему потенциал базы транзистора Т4 становится больше потенциала эмиттера и транзистор Т4 открывается. Через открытый транзистор Т4 к управляющему (пусковому) электроду тиристора Д5 подводится напряжение и тиристор Д5 открывается. В результате прохождения тока через тиристор увеличивается падение напряжения на рези-

стор *R4*, что приводит к закрытию транзистора *T1*, а следовательно, к прекращению работы генератора импульсов.

В прерывателе РС950Е (см. рис. 110, б) генератор импульсов выполнен в виде микросхемы (МКС), а оба реле контрольных ламп заменены герметизированными магнитоуправляемыми контактами (герконами) РГ2 и РГ3. Геркон состоит из стеклянного баллончика, внутри которого установлены две пружинные контактные пластины из ферромагнитного материала. Поверх баллона намотаны две обмотки в разные стороны. При прохождении тока по какой-либо обмотке создается магнитное поле, вызывающее намагничивание обеих контактных пластин, которые притягиваясь друг к другу вызывают включение электрической цепи. Прерыватель РС950Е применяется на легковых автомобилях с двухрежимной световой сигнализацией, поэтому контроль работы сигнальных ламп осуществляется отдельно для передних и задних фонарей. С этой целью в цепь питания ламп передних фонарей включен геркон РГ2, а задних — РГ3. Если перегорит любая сигнальная лампа, то один из герконов работать не будет и контрольная лампа на щитке приборов не мигает. В прерывателе РС950И дополнительно установлен еще один геркон для контроля работы ламп прицепа, а также включена схема электронной защиты аналогичная схеме защиты в прерывателе РС951А.

Выключатель света стоп-сигнала. На рис. 111, а показано устройство *выключателя стоп-сигнала с гидравлическим приводом*, который устанавливается в тройнике на главном тормозном цилиндре. В корпусе 3 выключателя установлена резиновая диафрагма 2, на которую наложена контактная латунная пластина 4, отжимающаяся от зажимов 6 и 7 пружиной 5. Зажимы закреплены в пластмассовом основании 8. При торможении автомобиля тормозная жидкость из главного тормозного цилиндра входит через канал 1 в корпус выключателя и прогибает диафрагму 2; при этом контактная пластина 4 замыкает зажимы 6 и 7, включая цепь лампы стоп-сигнала.

Выключатель стоп-сигнала с пневматическим приводом см. рис. 111, б) состоит из корпуса 9 с ввернутой в него пластмассовой крышкой 11, в которой закреплены зажимы 14 для подключения проводов. Под крышкой устанавливается резиновая диафрагма 10. Полость над диафрагмой 10 соединена с магистралью, подводящей воздух к тормозным камерам колес. При торможении автомобиля воздух проги-

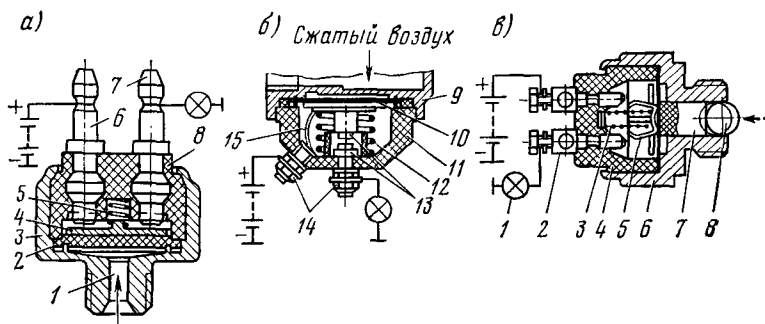


Рис. 111. Выключатели:

- а — стоп-сигнала с гидравлическим приводом;
 1 — канал; 2 — диафрагма; 3 — корпус; 4 — латунная пластина; 5 — пружина;
 6 и 7 — зажимы; 8 — основание;
 б — стоп-сигнала с пневматическим приводом;
 9 — корпус; 10 — диафрагма; 11 — крышка; 12 — пружина; 13 — контакты;
 14 — зажимы; 15 — контактная пластина;
 в — лампы заднего хода и сигнализатора отказа в работе разделителя привода тормозов;
 1 — лампа; 2 — зажим; 3 — пружина; 4 — держатель зажимов; 5 — контактная пластина; 6 — корпус; 7 — толкатель; 8 — шарик

бают диафрагму 10, которая преодолевая упругость пружины 12, перемещает подвижной серебряный контакт 13 и замыкает им через контактную пластину 15 электрическую цепь лампы стоп-сигнала.

Выключатель лампы заднего хода (см. рис. 111, в) устанавливается на крышке коробки передач автомобиля ГАЗ-24 «Волга». При включении передачи заднего хода шток коробки давит на шарик 8, который через толкатель 7 перемещает контактную пластину 5. Пластина замыкает зажимы 2, включая лампы 1 в задних фонарях. Пружина 3 отключает пластину 5 от зажимов 2. Держатель 4 зажимов укреплен в корпусе 6. Такой же выключатель устанавливается в гидравлическом приводе тормозов автомобиля.

Предохранители предназначены для отключения защищаемой электрической цепи или прибора от источников тока при коротких замыканиях и перегрузках. На автомобилях применяются плавкие и термобиметаллические предохранители.

Плавкие предохранители. Плавкие вставки предохранителей изготавливают из легкоплавкого металла или из луженой медной проволоки и рассчитывают на длительное протекание номинальной силы тока. При увеличении на-

грузки на 50% они расплавляются за время не более 1 мин при температуре окружающей среды 20° С. Такие предохранители устанавливаются на автомобилях МАЗ, ГАЗ-31-02, ВАЗ и др.

Термобиметаллические предохранители обеспечивают длительное протекание номинальной силы тока при температуре окружающей среды до 50° С и разрывают цепь при нагрузке, превышающей номинальную на 150% за время не более 20 с.

Термобиметаллический предохранитель многократного действия (рис. 112, а) устанавливают на корпусе главного переключателя света и включают в цепь ламп фар. Контактные пластины 2, снабженные винтовыми зажимами 1, изолированы одна от другой плотной бумагой 3. Серебряные контакты 4 замкнуты усилием упругой биметаллической пластины 5, которая опирается с обеих сторон на пластмассовые шайбы 6. Устройство термобиметаллического предохранителя многократного действия, установленного в цепи стеклоочистителя и других цепях, показано на рис. 112, б. В пластмассовом корпусе 7 установлены зажимы 1, соединенные между собой контактами 4 и биметаллической пластиной 5. Термобиметаллические предохранители в цепи освещения рассчитаны на предельную силу тока 20 А, в цепи стеклоочистителя — на 10 А и т. д. В случае короткого замыкания цепи сила тока в ней резко возрастает, в результате чего нагрев биметаллической пластины 5 будет настолько сильным, что она, деформируясь, резко разомкнет контакты. При разомкнутых контактах биметаллическая пластина, охлаждаясь, принимает прежнюю форму, и контакты вновь замыкаются. Время разомкнутого состояния контактов в несколько раз больше времени замкнутого состояния. В том случае, если причина, вызывающая увеличение силы тока, не устранена (короткое замыкание проводов, включение большого количества приемников в электрическую цепь и т. д.), контакты предохранителя будут непрерывно вибрировать, что и ограничит силу тока в допустимых пределах. Термобиметаллический предохранитель однократного действия (рис. 112, в) устанавливают в цепи сигналов, электродвигателей обдува ветрового стекла, в цепи фар и в других цепях. Предохранители изготавливают на 5, 10, 15, 20 А и более. Провода от приборов подключают к зажимам 1. Когда сила тока в цепи предохранителя меньше предельного значения, контакты 4 изогнутой биметал-

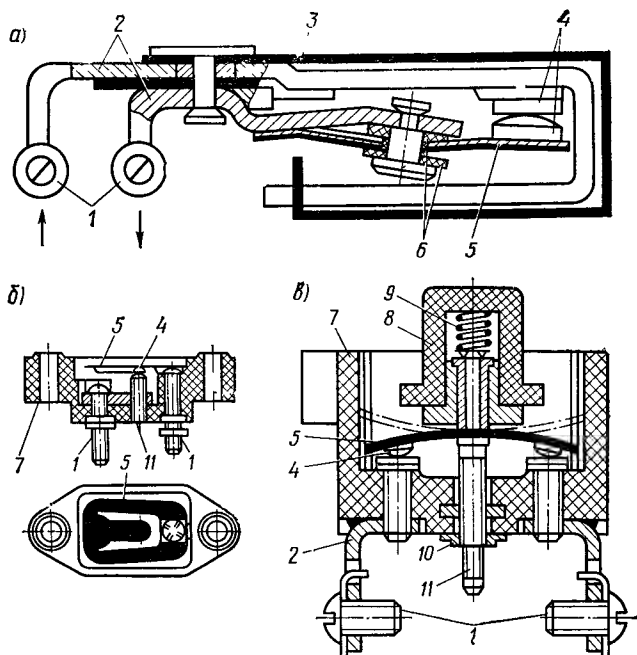


Рис. 112. Термобиметаллический предохранитель:

а — многократного действия в цепи освещения; *б* — многократного действия в цепи стеклоочистителя; *в* — однократного действия;
1 — зажимы; *2* — контактные пластины; *3* — бумажный изолятор; *4* — контакты; *5* — биметаллическая пластина; *6* — шайбы; *7* — корпус; *8* — кнопка; *9* — пружина; *10* — контргайка; *11* — регулировочный винт

лической пластины *5* соединены с контактами *4* пластин *2*, укрепленных на корпусе *7*. При возрастании силы тока выше предельной биметаллическая пластина *5* резко изгибается в другую сторону и остается в таком положении (на рисунке изображено пунктиром), прерывая электрическую цепь. Чтобы замкнуть цепь, надо нажать на кнопку *8*, тогда биметаллическая пластина примет первоначальную форму. После отпускания кнопки она возвращается в исходное положение пружины *9*. Предохранитель на заданную силу тока регулируют изменением натяжения биметаллической пластины, регулировочным винтом *11* после ослабления контргайки *10* (см. рис. 112, *б*) или винтом *11* (см. рис. 112, *б*).

**§ 39. ОСНОВНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ СИСТЕМЫ ОСВЕЩЕНИЯ
И СВЕТОВОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ.
ПРОВЕРКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ
ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЦЕПИ И АППАРАТОВ СИСТЕМЫ**

Нарушение оптимального режима работы приборов системы освещения и световой сигнализации происходит из-за повреждения или износа оптических элементов и нарушения электрической цепи между оптическими элементами и источниками тока.

О необходимости замены оптического элемента фары в целом или отдельных его частей судят по величине силы света, которая при правильной регулировке фар и номинальном напряжении на контактах лампы должна быть не менее 8500 кд. Силу света оптического элемента определяют с помощью прибора модели К-303. Падение напряжения в токоподводящей цепи проверяют вольтметром, замеряя величину напряжения в начале и в конце цепи, питающей потребитель. Разность напряжений будет величиной падения напряжения в проверяемой цепи. Падение напряжения для электрической цепи фар, сигналов торможения, указателей поворота и противотуманных фар не должно превышать 0,9 В для 12-вольтных и 0,6 В — для 24-вольтных систем электрооборудования автомобиля; для электрических цепей передних и задних фонарей, освещения номерного знака, салона автобуса и кабины автомобиля эта величина составляет 0,6 и 0,4 (соответственно для 12- и 24-вольтных систем).

В процессе эксплуатации также изменяется направление светового пучка фар (разрегулировка фар), что оказывает влияние на видимость дороги как при движении с дальним, так и с ближним светом. Большое влияние на положение фар при эксплуатации оказывают условия проведения первоначальной регулировки фар и в меньшей степени — ослабление винтовых соединений и других эксплуатационных факторов.

В системе освещения и световой сигнализации возможны следующие основные неисправности.

Вся система освещения не работает. Причиной неисправности может быть обрыв провода общего для всех приборов освещения или отключение предохранителя системы освещения в результате короткого замыкания в цепи. В этом случае необходимо выключить все приборы освещения и

включить предохранитель. Затем, поочередно включая приборы освещения, надо убедиться в исправности системы. Если при включении того или иного потребителя предохранитель вновь отключает цепь питания, то это значит, что в цепи этого потребителя есть короткое замыкание. Если же при этом приборы освещения не работают, то это указывает на обрыв в цепи общей для всех приборов освещения, т. е. от амперметра до главного переключателя или в самом переключателе.

Не горят отдельные лампы. Чаще всего это бывает при перегорании нитей ламп, а также при плохом контакте в патроне лампы, переключателях, выключателях, на соединительных панелях и обрыве или отсоединении провода.

Повреждение цепи и неисправность переключателей определяют контрольной лампой или вольтметром.

Частое перегорание нитей накала ламп происходит при повышении регулируемого напряжения в системе электропитания, а также при сильной вибрации спирали ламп ввиду слабого крепления лампы в патроне, оптического элемента в корпусе или фары (фонаря) в целом. При этих неисправностях необходимо проверить и отрегулировать регулятор напряжения и закрепить винты крепления оптических элементов и фар.

Уменьшение силы света приборов освещения. Причиной этого может быть загрязнение отражателя и рассеивателя оптического элемента, потемнение колбы лампы, плохой контакт лампы в патроне, окисление контактных пластин в выключателях и переключателях.

Основные неисправности указателей поворота. Чаще всего возникают следующие неисправности: нарушение регулировки прерывателя, что вызывает изменение частоты миганий света и даже сваривание контактов; перегорание струны 5 (см. рис. 108), которое происходит при сильном ее натяжении и повышении напряжения генератора выше установленной величины; перегорание одной из сигнальных ламп вызывает в зависимости от степени натяжения струны или очень частое мигание включенной лампы, или прекращение вибрации контактов прерывателя.

Исправность переключателя указателей поворота и электромагнитного прерывателя тока можно проверить соединением их зажимов коротким проводником. У РС57 соединяют зажимы Б и СЛ (см. рис. 108) при включенном пере-

ключателе. Если при замыкании этих зажимов лампы указателей поворота загораются, неисправен прерыватель тока, а переключатель исправен. Если при включении переключателя лампы указателей поворота горят с постоянным накалом (не мигают), то неисправность в прерывателе тока.

Регулировка электромагнитных прерывателей тока. Регулировку прерывателя выполняют по потребности винтом 4 (см. рис. 108). Ввертывание винта увеличивает натяжение струны 5, а также зазор между контактами 8 и зазор между якорьком 7 и сердечником 12, после чего ускоряется размыкание контактов 8, а вместе с этим повышается частота миганий ламп.

Для уменьшения частоты миганий ламп винт 4 вывертывают.

Глава VI

ДОПОЛНИТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

§ 40. ПРИБОРЫ ЗВУКОВОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ. СТЕКЛООЧИСТИТЕЛИ. ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛИ

Звуковые сигналы. Звуковые сигналы предназначены для оповещения пешеходов и водителей транспортных средств о присутствии транспортного средства. На современных автомобилях применяются электрические вибрационные и пневматические звуковые сигналы.

Электрические звуковые сигналы по уровню звукового давления подразделяются на тональные и шумовые. В тональных сигналах частота звучания 240—280 Гц, а в шумовых 200—400 Гц. Тональные звуковые сигналы изготавливаются с рупорным резонатором, а шумовые — с дисковым. Часто на автомобилях устанавливают по два сигнала — низкого и высокого тона. Сигналы комплекта настраиваются в гармонический аккорд и действуют одновременно.

Схема электрического сигнала с реле сигналов приведена на рис. 113. К корпусу 1 прикреплены сердечник 4, пластина 3 неподвижного контакта и пружинящая пластина 7 с контактом. Между корпусом 1 и резонатором 12 зажата мембрана 11, выполненная из легированной закаленной стали. На мембране закреплен якорь 10 со штифтом 5. Обмотка 9 включена последовательно контактам прерывателя. Вольфрамовые контакты 6 приварены к пластинам и находятся в замкнутом состоянии. Параллельно контактам прерывателя для уменьшения искрения включен резистор 8.

Реле сигналов служит для уменьшения силы тока, проходящего через контакты кнопки 17 сигналов, при установке на автомобиле двух и более сигналов. При нажатии на кнопку 17 ток проходит по обмотке 15 реле, сердечник реле намагничивается, притягивает якорь 13 и контакты 19 замыкаются. Замыкание контактов реле обеспечивает подключение сигналов к аккумуляторной батарее. Путь тока в цепи сигналов указан на схеме стрелками. Ток, проходящий по обмотке 9 сигнала, намагничивает сердечник 4, который притягивает к себе якорь 10 и вызывает прогиб мембраны 11.

Якорь через штифт 5 воздействует на упругую пластину 7 и вызывает размыкание контактов 6. Размыкание электрической цепи сопровождается размагничиванием сердечника и якоря, а мембрана за счет своей упругости принимает прежнюю форму и отводит якорь от сердечника. Контакты прерывателя вновь замыкаются, и работа сигнала повторяется. Контакты, а вместе с ними якорь и мембрана замыкаются с частотой от 200 до 400 Гц. Колебания воздуха, вызванные мембраной 11, обеспечивают получение определенной частоты звучания. Подбором толщины и диаметра мембраны, диаметра дискового а также длины и конфигурации рупорного резонаторов обеспечивается получение звука

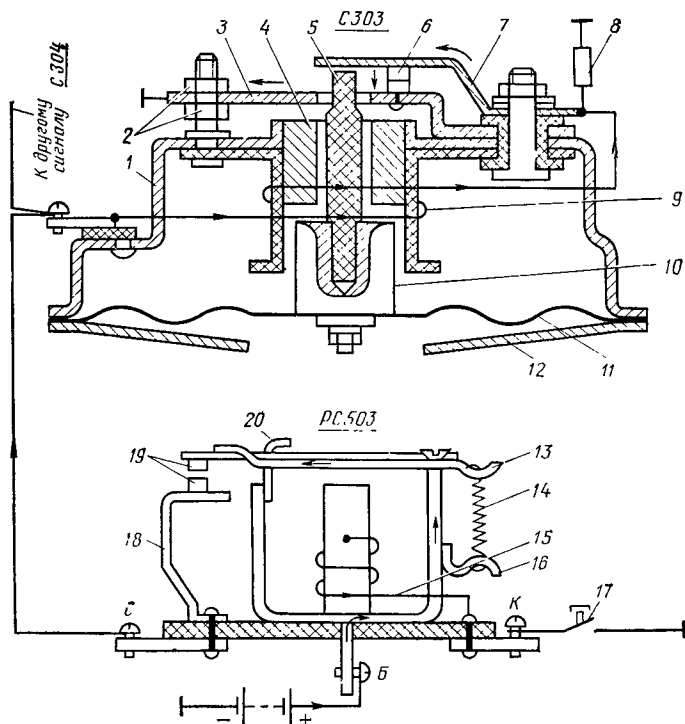


Рис. 113. Схема звукового сигнала и реле сигналов:

1 — корпус; 2 — гайки; 3 — пластина неподвижного контакта; 4 — сердечник; 5 — штифт; 6 — контакты; 7 — пластина подвижного контакта; 8 — резистор; 9 — обмотка; 10, 13 — якоря; 11 — мембрана; 12 — резонатор; 14 — пружина; 15 — обмотка реле; 16 — крошштейн; 17 — кнопка; 18 — держатель неподвижного контакта; 19 — контакты; 20 — ограничитель

соответствующего тона и тембра. В сигнале высокого тона рупор короче и мембрана толще, чем в сигнале низкого тона.

Основными неисправностями звуковых сигналов являются: подгорание контактов, что снижает силу тока в обмотке и вызывает хриплое звучание; обрыв проводников резистора, что вызывает подгорание контактов; трещины в мембране, вызывающие дребезжащий звук; сваривание контактов, при этом сигнал не звучит и потребляет ток большой силы; обрыв обмотки, при этом сигнал не звучит и не потребляет тока; нарушение регулировки сигналов.

Основными неисправностями реле сигналов являются: окисление контактов, уменьшающее силу тока в цепи сигналов; сваривание контактов, обычно происходящее при нарушении регулировки реле, что вызывает непрерывное звучание сигналов; обрыв цепи обмотки.

Проверка технического состояния звуковых сигналов сводится к проверке звука и при необходимости к регулировке сигнала и реле, а также зачистке контактов прерывателя сигнала. Силу звука регулируют перемещением пластины 3 неподвижного контакта вверх или вниз гайками 2. После регулировки гайки 2 необходимо надежно затянуть. Регулировка реле сигналов осуществляется только при необходимости. Зазор между якорьком и сердечником в пределах 1,0—1,2 мм регулируют подгибанием ограничителя 20 подъема якорька. Зазор между контактами реле в пределах 0,4—0,7 мм регулируют подгибанием держателя 18 неподвижного контакта. Напряжение включения контактов в пределах 6—8 В регулируют изменением натяжения пружины 14 путем подгибания кронштейна 16 крепления пружины.

Стеклоочиститель предназначен для очистки ветрового стекла, что необходимо для обеспечения хорошей видимости дороги. Стеклоочиститель состоит из электродвигателя смешанного возбуждения, переключателя, червячного редуктора, кривошипа, рычагов и тяг, щеток и термобиметаллического предохранителя. Вращение якоря 8 (рис. 114) электродвигателя передается червяку 3, а от него пластмассовой червячной шестерне 2 редуктора, на оси которой закреплен кривошип. Вращение кривошипа рычажной системой преобразуется в качание рычагов щеток. Включение и выключение электродвигателя, а также изменение частоты вращения якоря электродвигателя осуществляется переключателем.

телем 15. Для обеспечения работы стеклоочистителя на малой скорости движения щеток переключатель устанавливают в положение «I», при этом ток в параллельную обмотку возбуждения электродвигателя проходит минуя резистор 14. Для увеличения частоты вращения якоря электродвигателя, а следовательно, и скорости движения щеток по ветровому стеклу переключатель устанавливают в положение «II», при котором в цепь параллельной обмотки возбуждения электродвигателя включается резистор 14. Сила тока в цепи возбуждения, а следовательно, и магнитный поток возбуждения уменьшаются что и обуславливает увеличение частоты вращения якоря. После выключения переключателя (положение «0») электродвигатель остается включенным концевым выключателем до момента установки пластины 12 в прорезь контактного диска 1. В этот момент концевой выключатель разомкнет цепь и двигатель остановится. При этом щетки устанавливаются в крайнем положении. В цепь электродвигателя включен термобиметаллический предохранитель 13 многократного действия ограничивающий силу тока в цепи при перегрузке и коротком замыкании обмоток электродвигателя.

Стеклоочиститель СЛ136 состоит из электродвигателя с червячным редуктором, рычажной системы привода щеток, выключателя, реле и омывателя. В корпусе (рис. 115, а) электродвигателя закреплены два постоянных магнита 8, которые являются полюсными башмаками возбуждения.

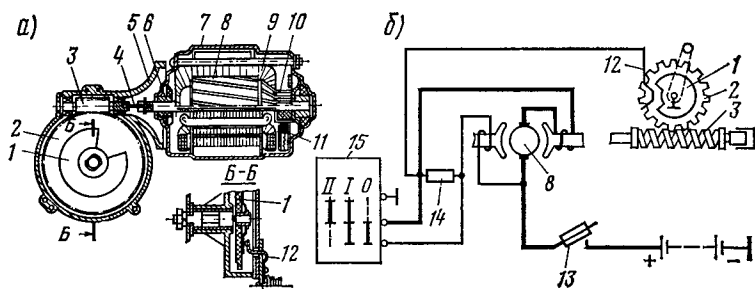


Рис. 114. Стеклоочиститель:

а — электродвигатель с редуктором; б — электрическая схема;
1 — контактный диск; 2 — червячная шестерня; 3 — червяк; 4 — карданный вал; 5 — корпус редуктора; 6 — подшипник; 7 — корпус электродвигателя; 8 — якорь; 9 — обмотка возбуждения; 10 — коллектор; 11 — щетка; 12 — контактная пластина концевой выключателя; 13 — предохранитель; 14 — резистор; 15 — переключатель

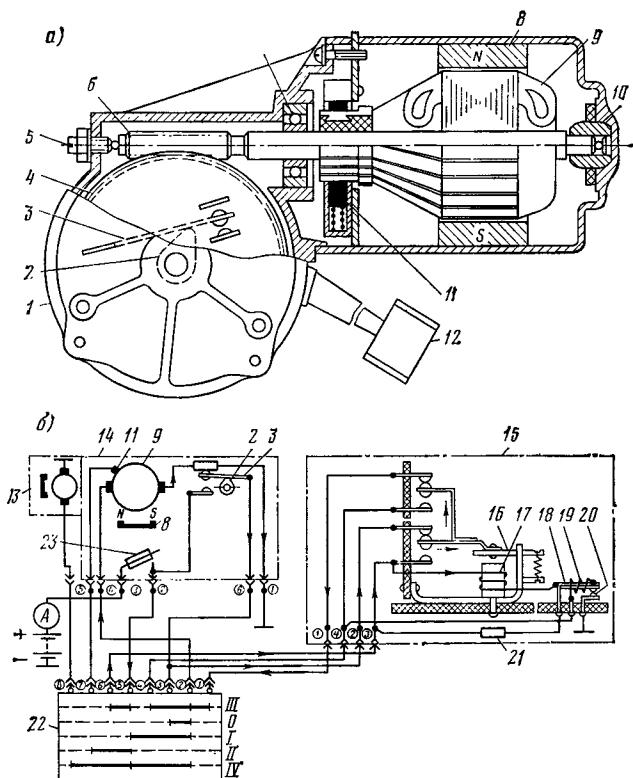


Рис. 115. Стеклоочиститель СЛ136:

а — электродвигатель с редуктором; *б* — электрическая схема;
 1 — корпус редуктора; 2 — кулачок; 3 — концевой выключатель; 4 — червячная шестерня; 5 — регулировочный винт; 6 — червяк; 7 и 10 — подшипники; 8 — магнит; 9 — якорь; 11 — щетки; 12 — контактная колодка; 13 — электродвигатель омывателя; 14 — стеклоочиститель; 15 — реле РС431; 16 — якорек; 17 — обмотка; 18, 23 — термобиметаллические пластины, предохранитель; 19 — спираль; 20 — контакты; 21 — резистор; 22 — переключатель.
 Положения рукоятки переключателя: 0 — выключено; I — большая скорость; II — малая скорость; III — прерывистый режим; IV — электродвигатели омывания и стеклоочистителя

Якорь 9 вращается в двух подшипниках — шариковом 7 и металлокерамическом 10. Осевой люфт вала якоря регулируется винтом 5. Для изменения частоты вращения якоря в двигателе установлены три щетки. Одна щетка соединена на корпус. Расположение одной из изолированных щеток под углом к основным щеткам позволяет в нужный момент вклю-

чить под ток только часть обмотки якоря, что и обеспечит изменение частоты вращения якоря. На валу якоря 9 выполнен червяк 6, обеспечивающий вращение пластмассовой шестерни 4, расположенной в корпусе 1 редуктора. На валу червячной шестерни закреплен кулачок 2, который управляет концевым выключателем 3. Контакты концевого выключателя и щетки электродвигателя соединены проводниками с зажимами колодки 12.

Стеклоочиститель работает в трех режимах: на малой, на большой скорости и прерывисто.

Работа стеклоочистителя в прерывистом режиме. Рукоятку переключателя 22 устанавливают в положение «III». В цепь электродвигателя включится реле 15 (PC431). Путь тока в цепи стеклоочистителя показан на рис. 115, б сплошными стрелками. Путь тока: плюс батареи — амперметр — зажим 3 электродвигателя — предохранитель 23 — зажим 2 электродвигателя — зажимы 5 и 6 переключателя 22 — зажим 3 реле 15 — обмотка 17 реле — термобиметаллическая пластина 18 — контакты 20 — минус батареи. Это одна цепь тока. Якорек 16 притягивается, что вызывает замыкание нижней пары контактов реле 15 и тогда ток будет проходить по другой цепи: от зажима 3 реле через две пары нижних контактов на зажим 4 реле — зажимы 4 и 2 переключателя — зажим 4 электродвигателя — основная изолированная щетка — обмотка якоря — щетка, соединенная на корпус — зажим 1 электродвигателя — минус батареи аккумуляторов. Якорь электродвигателя будет вращаться. Одновременно от зажима 4 реле 15 ток проходит по спирали 19 термобиметаллической пластины 18 и через контакты 20 реле — на минус батареи. Пластина нагревается и изгибаясь размыкает контакты 20 реле. В этом случае прерывается ток в обмотке 17 реле, сердечник размагничивается и усилием пружины якорек 16 поднимается вверх, что вызовет размыкание нижних контактов и замыкание верхних контактов реле. Термобиметаллическая пластина 18 остывает и контакты 20 термореле замыкаются. По обмотке 17 реле снова будет проходить ток. Процесс повторится. Резистор 21 включен параллельно обмотке реле и служит для гашения тока самоиндукции в цепи обмотки, а поэтому уменьшается искрообразование между контактами термореле.

Режим большой скорости. Рукоятку переключателя 22 устанавливают в положение «I». Путь тока

в цепи электродвигателя стеклоочистителя: плюс батареи — амперметр — зажим 3 электродвигателя — термобиметаллический предохранитель 23 — зажим 2 электродвигателя — зажимы 5 и 2 переключателя 22 — зажим 4 электродвигателя — обмотка якоря электродвигателя — зажим 1 электродвигателя — корпус — минус батареи.

Режим малой скорости. Рукоятку переключателя 22 устанавливают в положение «II». Ток в цепи электродвигателя будет проходить от плюса батареи — амперметр — зажим 3 электродвигателя — термобиметаллический предохранитель 23 — зажим 2 электродвигателя — зажимы 5 и 7 переключателя 22 — зажим 5 электродвигателя — третья щетка электродвигателя — обмотка якоря — зажим 1 электродвигателя — минус батареи. В этом режиме ток проходит не по всей обмотке якоря, что будет причиной уменьшения частоты вращения якоря и величины вращающего момента. При установке рукоятки переключателя 22 в положение «IV» включаются электродвигатель 13 омывателя ветрового стекла и электродвигатель стеклоочистителя. Для выключения цепи стеклоочистителя рукоятку переключателя 22 устанавливают в положение «0». Зажимы 3 и 2 переключателя остаются соединенными и через них в цепи электродвигателя будет проходить ток, а поэтому электродвигатель будет работать до тех пор, пока кулачок концевого выключателя 3 не разомкнет нижние (см. рис. 115, б) контакты. Электрическая цепь прерывается. До размыкания контактов ток в цепи электродвигателя будет проходить по следующей цепи: плюс батареи — амперметр — зажим 3 электродвигателя — термобиметаллический предохранитель 23 — контакты концевого выключателя — зажим 6 электродвигателя — зажимы 3 и 2 переключателя 22 — зажим 4 электродвигателя — обмотка якоря — зажим 1 электродвигателя — минус батареи. При размыкании контактов концевого выключателя 22 прерывается ток в цепи электродвигателя. Якорь электродвигателя останавливается и в этот момент щетки стеклоочистителя остановятся в крайнем положении на ветровом стекле.

Основными неисправностями стеклоочистителей являются следующие. При повороте переключателя в одно из рабочих положений щетки не перемещаются по стеклу. Причиной этой неисправности могут быть: обрыв электрической цепи до электродвигателя; окисление контактов

термобиметаллического предохранителя; неисправности электродвигателя, например: сильный износ или зависание щеток в щеткодержателях, значительное окисление, замасливание или износ коллектора, обрыв цепи обмотки возбуждения; нарушение контакта в переключателе; нарушение соединения между валом якоря и червяком редуктора; неисправность червячной передачи и т. д. Иногда включение стеклоочистителя сопровождается периодическим срабатыванием предохранителя. В этом случае электродвигатель не работает из-за замыкания на корпус соединительных проводов, предохранителя, щеток или обмотки якоря электродвигателя, а также обрыва параллельной обмотки возбуждения. При постановке переключателя в любое рабочее положение скорость движения щеток стеклоочистителя не изменяется. Это происходит при обрыве провода от переключателя до зажимов электродвигателя или нарушении контакта в переключателе. В стеклоочистителях с реле щетки не будут перемещаться при окислении любых контактов реле.

При обрыве в цепи спирали термореле стеклоочиститель будет работать в режиме беспрерывной работы.

Электродвигатели. Применяемые для обдува ветрового стекла электродвигатели — двухполюсные, двухскоростные, последовательного возбуждения мощностью 15—50 Вт. Магнитопровод 6 (рис. 116, а) электродвигателя закреплен в корпусе 2, графитовые щетки 5 пружинами прижимаются к коллектору 4. Вал якоря 1 вращается в двух самоустанавливающихся керамических подшипниках 3 и 8. Включение цепи и изменение частоты вращения вала электродвигателя осуществляется переключателем 9. Для включения электродвигателя на меньшую частоту вращения рычажок переключателя устанавливают в положение, когда в цепь питания включается дополнительный резистор.

Аналогично устроен электродвигатель привода антенны радиоприемника; электрическая схема его представлена на рис. 116, в. Для изменения направления вращения вала электродвигателя переключателем 9 включается только одна из катушек 7 обмотки возбуждения. Если включить в цепь якоря другую катушку, то изменится магнитная полярность полюсов магнитопровода, что и будет причиной изменения направления вращения якоря.

Широкое применение находят электродвигатели с постоянными магнитами (см. рис. 115, а).

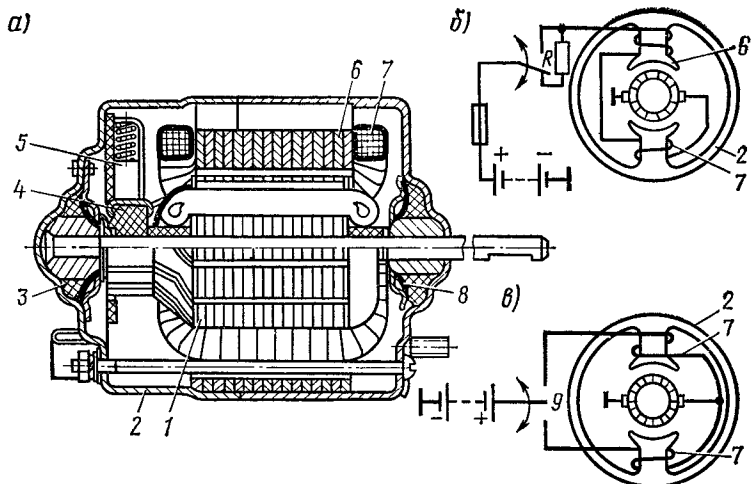


Рис. 116. Электродвигатели:

а — обдува ветрового стекла, обогрева кузова и обдува заднего стекла;
б — схема электродвигателя; *в* — схема электродвигателя привода антенны;
1 — якорь; *2* — корпус; *3*, *8* — подшипники; *4* — коллектор; *5* — щетки;
6 — магнитопровод; *7* — катушка обмотки возбуждения; *9* — переключатель

Основными неисправностями электродвигателей являются следующие. Замыкание пластин коллектора пылью, образующейся в результате истирания щеток. При этой неисправности якорь вращается с малой частотой или вообще перестает вращаться. Заедание вала якоря в подшипниках. При этой неисправности уменьшается частота вращения якоря, а сила тока в цепи электродвигателя возрастает до значения, ограничиваемого плавким или термобиметаллическим предохранителем. Нарушение электрической цепи вызывает выключение электродвигателя.

Проверка технического состояния электродвигателя. Электродвигатель проверяют подключением его в цепь с аккумуляторной батареей через последовательно включенный амперметр. Затем измеряют силу тока, потребляемую электродвигателем, и частоту вращения якоря и сравнивают показатели с техническими условиями на испытание этого электродвигателя.

Выключатели аккумуляторной батареи ВК861 (12 В) и ВК860 (24 В) предназначены для отключения аккумуляторной батареи от корпуса автомобиля при длительной

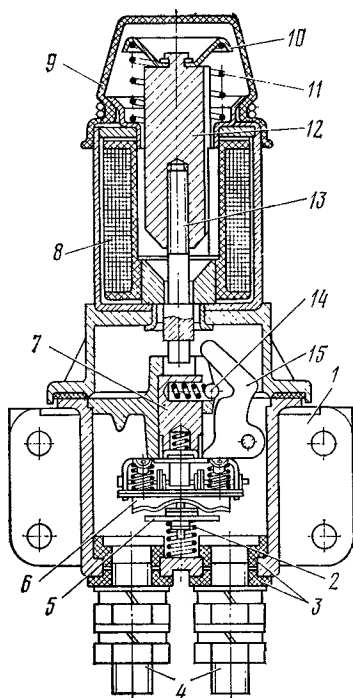


Рис. 117. Выключатель аккумуляторной батареи ВК861:

1 — корпус; 2 и 11 — возвратные пружины; 3 — втулки; 4 — зажимы; 5 и 6 — контактные пластины; 7 — шток; 8 — обмотка электромагнита; 9 — чехол; 10 — кнопка; 12 — сердечник; 13 — толкатель; 14 — фиксатор; 15 — собачка

стоянке автомобиля, снятии и установке аппаратов и приборов электрооборудования. Выключатели ВК860 и ВК861 отличаются обмоточными данными. В корпусе 1 (рис. 117) в пластмассовых втулках 3 установлены зажимы 4, к которым крепятся провода от аккумуляторной батареи и корпуса автомобиля. К корпусу 1 тремя винтами крепится электромагнит. Обмотка 8 электромагнита с помощью кнопки, расположенной в кабине водителя, подключается к аккумуляторной батарее. В сердечник 12 ввернут толкатель 13, который упирается в шток 7 запорного устройства. Изменением длины толкателя 13 регулируют четкое срабатывание запорного устройства. На штоке 7 закреплены подпружиненные контактные пластины 5 и 6. Шариковый фиксатор 14 и собачка 15 служат для удержания контактов в замкнутом положении. Кнопка 10, закрытая резиновым чехлом 9, служит для механического управления выключателем. При под-

ключении обмотки 8 к батарее, сердечник 12 преодолевая усилие возвратной пружины 11, втягивается внутрь электромагнита и толкателем 13 перемещает шток 7. Контактная пластина 5, а затем пластина 6 соединяют зажимы 4 между собой. Шариковый фиксатор 14 входит в углубление собачки 15, что обеспечивает удержание контактов в замкнутом состоянии. Когда водитель отпускает кнопку, то под действием возвратной пружины 11 сердечник 12 и толкатель 13 возвращаются в исходное положение. Для отключения батареи водитель вновь подключает обмотку 8 к

батареи. Сердечник втягивается и толкателем 13 нажимает на верхний рычаг собачки 15. Шариковый фиксатор 14 освобождается и под действием двух пружин 2 контактные пластины 6 и 5 размыкают цепь батареи. Применение контактной пластины 5 значительно уменьшает эрозию основных контактных пластин 6.

§ 41. УСТРОЙСТВА ДЛЯ СНИЖЕНИЯ УРОВНЯ РАДИО- И ТЕЛЕПОМЕХ

При работе электрооборудования между электродами распределителя и свечей зажигания, контактами электрических приборов, а также между щетками и контактными кольцами генератора, щетками и коллектором электродвигателей создается искрение, являющееся причиной возникновения высокочастотных электромагнитных волн, которые создают помехи, ухудшающие прием радио- и телевизионных установок. Особенно сильные помехи создает система зажигания.

Подавление помех достигают различными средствами в зависимости от источника помех и требований к степени их подавления. На автомобилях, оборудованных широкоэмитальными радиоприемниками, для обеспечения радиоприема и устранения помех для близко расположенных бытовых приемников и телевизоров введены следующие устройства. В проводах от катушки зажигания к распределителю и от распределителя к свечам устанавливают подавительные резисторы величиной сопротивления от 7 до 15 кОм, изготовленные в виде стержней из обуглероженного асбеста или других материалов, перемешанных с бакелитовым или другим лаком, которые помещаются в карболитовых наконечниках проводов. В прерывателях-распределителях большинства автомобилей подавительным резистором является контактный уголек, устанавливаемый в центральный ввод крышки распределителя. Подавительный резистор также устанавливают на роторе распределителя. При применении экранированных свечей подавительный резистор устанавливают внутри экрана свечи (см. рис. 48, в). Наряду с установкой подавительных резисторов применяют высоковольтные помехоподавляющие провода с высокоомным (15—40 кОм/м) распределенным сопротивлением, сердечник которых представляет собой хлопчатобумажный шнур, оплетенный капроном и пропитанный полупроводящим составом

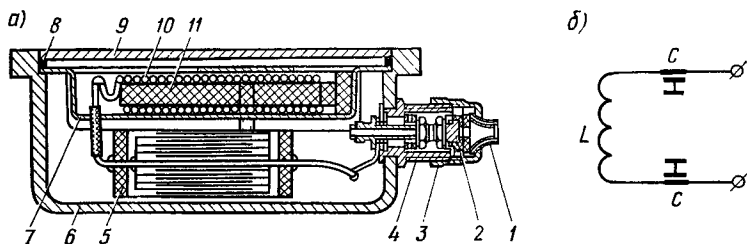


Рис. 118. Фильтр подавления радиопомех:

а — устройство; *б* — принципиальная схема;
 1 — конус крепления экрана провода; 2 — зажим разъема; 3 — гайка разъема;
 4 — штуцер разъема; 5 — проходной конденсатор; 6 — корпус; 7 — экран катушки; 8 — уплотнительная прокладка; 9 — дно; 10 — катушка; 11 — ферритовый сердечник

на основе ацетиленовой сажи и других веществ. Применяют также помехоподавляющие провода ПВВП, у которых сердечник представляет собой шнур из льняной пряжи, заключенный в феррито-пластмассовую оболочку. Поверх этой оболочки намотан проводник. Снаружи проводника выполняется изолирующая оболочка из поливинилхлорида. На концах проводов закреплены латунные наконечники. Феррито-пластмассовая оболочка и спираль проводника поглощают высокочастотную энергию, что снижает уровень помех. Подавительные резисторы уменьшают амплитуды токов в контурах высокочастотных колебаний и способствуют гашению дугового разряда, что снижает мощность электромагнитных колебаний, а следовательно, и радиус помех. На некоторых автомобилях применяют блокирующие конденсаторы емкостью 0,25—0,5 мкФ, которые включают параллельно искрящим контактам датчиков контрольно-измерительных приборов, а также параллельно якорям генератора постоянного тока и электродвигателя стеклоочистителя. Блокирующие конденсаторы нарушают периодичность колебаний в искрообразующих контурах и энергия импульсов электромагнитных волн расходуется на заряд конденсаторов и гасится в них, что в значительной степени снижает уровень помех.

На автомобилях, оборудованных высокочувствительной радиоаппаратурой для служебной радиосвязи, применяют полное экранирование систем зажигания и электроснабжения, помехоподавляющие дроссели, фильтры и др. Так

например, на автомобиле ГАЗ-66-04 свечи зажигания, прерыватель-распределитель и катушки зажигания имеют специальные экраны, а все провода высокого напряжения помещены в специальные гибкие экранирующие шланги и имеют подавительные резисторы; в первичной цепи системы зажигания установлен индуктивноемкостный фильтр ФР82-А, а цепях стеклоочистителя и указателя уровня топлива установлены блокирующие конденсаторы.

Фильтр ФР82-А (рис. 118) состоит из корпуса 6, штепсельных разъемов, двух катушек 10, намотанных на ферритовые сердечники 11, и двух проходных конденсаторов 5 емкостью до 1,0 мкФ каждый. Высокочастотные импульсы, возникающие в системе зажигания, попадая в фильтр, сначала гасятся первым конденсатором, который для импульсов высокой частоты представляет цепь с малым сопротивлением. Затем оставшаяся часть высокочастотных импульсов резко снижается в катушке индуктивности, так как она для высокочастотных импульсов представляет цепь с большим сопротивлением. Часть импульсов высокой частоты, прошедшая через катушку, попадает во второй конденсатор и гасится в нем. В специальных экранах приборов и проводов электромагнитные волны, излучаемые источниками помех, индуцируют вихревые токи и энергия этих волн расходуется на нагрев экрана. Кроме искрения в приборах электрооборудования, на автомобиле искровые разряды могут происходить за счет электростатических зарядов, возникающих на изолированных друг от друга металлических частях, при трении кузова о воздух, отработавших газов в трубопроводах и т. д. Для устранения искрения за счет электростатических зарядов необходимо выравнивать электрические потенциалы между отдельными частями кузова и агрегатами автомобиля, что достигается обеспечением хорошего контакта в соединениях при применении гибких перемычек из плоского многожильного провода и зубчатых шайб.

БОРТОВАЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ СЕТЬ АВТОМОБИЛЯ

Бортовая сеть автомобиля, состоящая из проводов, коммутационной аппаратуры и соединительных устройств, служит для передачи электрической энергии от источников к потребителям.

§ 42. ЭЛЕКТРОПРОВОДКА

Для выполнения бортовой сети низкого напряжения на автомобилях применяют многожильные провода марки ПГВА (провод гибкий в полихлорвиниловой или поливинилхлоридной изоляции, автомобильный) с различной расцветкой. Такая изоляция — эластичная, не разрушается нефтепродуктами, хорошо противостоит истиранию и надежна в работе. Разнообразная расцветка проводов необходима для нахождения их на всем протяжении в оплетенном пучке, определения проводов при монтаже и при выявлении их неисправностей.

Сечения проводов, применяемых в электрических сетях автомобилей, рассчитывают и выбирают по допустимой плотности тока из условий максимально допустимого нагрева проводов и по допустимому падению напряжения в проводе данного потребителя. Для потребителей небольшой мощности сечение проводов не рассчитывается, а берется минимальным, исходя из соображений механической прочности.

При креплении к зажимам нельзя допускать натяжения проводов, иначе вследствие вибрации может произойти их обрыв, но нельзя допускать и большого их провисания. Для удобства монтажа провода группируют в пучки и оплетают хлопчатобумажной изоляцией. Пучки проводов на кабине и раме автомобиля крепят с помощью металлических скоб, под внутреннюю поверхность которых во избежание перетирания изоляции подкладывают мягкие прокладки из резины, плотной ткани или другого материала.

На современных автомобилях для удобства соединения проводов между собой и подсоединения их к зажимам электрических машин, аппаратов и приборов электрооборудования применяются разъемные соединения на различное количество контактов.

§ 43. СХЕМЫ БОРТОВОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ

Бортовые электрические сети выполняются по однопроводной схеме, при этом минусовые выводы источников электрической энергии и неизолированные зажимы потребителей соединены с корпусом автомобиля. Плюсые выводы источников и изолированные зажимы потребителей соединены с бортовой сетью. При однопроводной схеме электрической сети уменьшаются масса электрической проводки, а следовательно, снижаются затраты меди; количество и масса монтажных деталей; время, затрачиваемое на крепление проводов, и упрощается конструкция коммутационной аппаратуры.

На рис. 119 показана полумонтажная схема бортовой электрической сети электрооборудования автомобиля ГАЗ-53А. Схема дает представление о примерном размещении приборов, аппаратов и соединительных устройств электрооборудования на автомобиле. Полумонтажные схемы используются при прокладке пучка проводов, а также при проверке правильности соединений электрической сети.

Цепи тока от источников электрической энергии на основные потребители энергии в схеме электрооборудования автомобиля ГАЗ-53А. *Путь тока в цепи заряда аккумуляторной батареи:* плюсовой зажим генератора 10 — амперметр 25 — зажим стартера 46 — плюсовой вывод аккумуляторной батареи 42 — аккумуляторная батарея — минусовый вывод аккумуляторной батареи — корпус автомобиля — минусовый зажим генератора.

Путь тока в цепи управления транзистора системы зажигания при питании от аккумуляторной батареи: плюсовой вывод аккумуляторной батареи 42 — зажим стартера 46 — амперметр 25 — зажим АМ выключателя зажигания 18 — зажим КЗ выключателя — зажим ВК-Б блока дополнительных резисторов 15 — зажим К резисторов — зажим К катушки зажигания 5 — безымянный за-

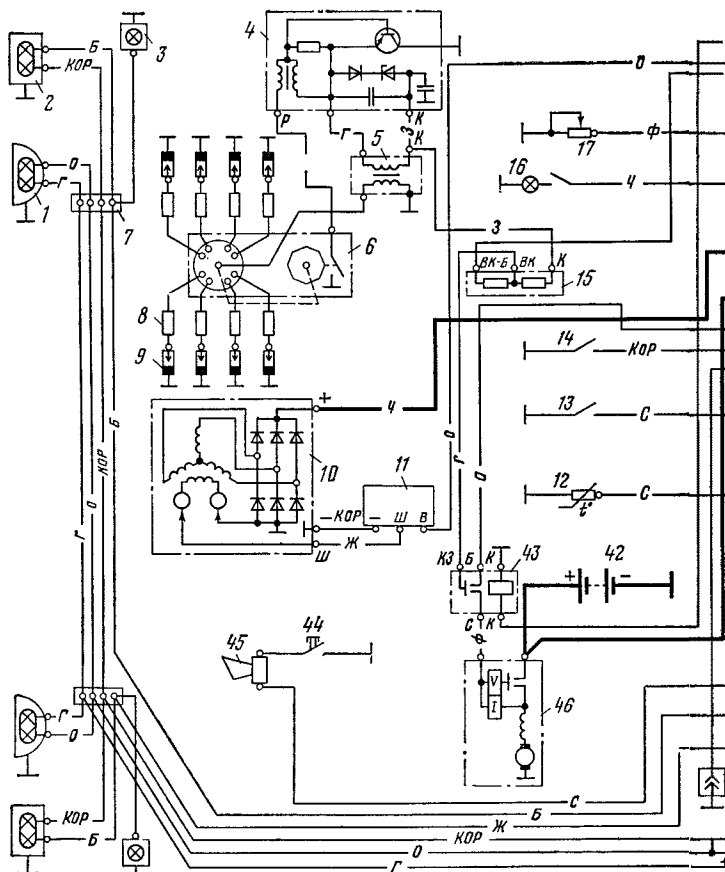
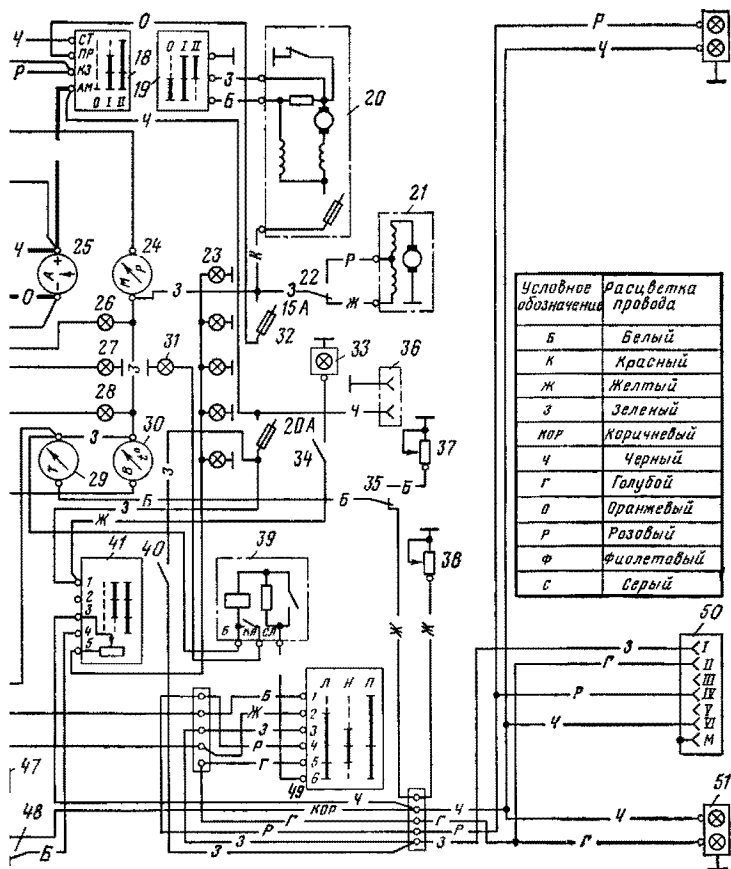


Рис. 119. Полумонтажная схема

1 — фара ФГ122-В; 2 — передний габаритный фонарь ПФ101-Б; 3 — боковой катушка зажигания Б114; 4 — прерыватель-распределитель Р133 или Р13-Д; 5 — генератор Г250-Г1; 6 — реле-регулятор РР362; 7 — датчик ТМ104-Т; 8 — датчик сигнализатора аварийного давления масла ММ111-А; 9 — манометра ММ352; 10 — выключатель зажигания ВК330; 11 — переключатель МЭ211-А; 12 — электродвигатель отопителя МЭ211; 13 — переключатель П119-Б; 14 — амперметр АП110; 15 — лампа сигнализатора аварийного давления; 16 — температуры; 17 — указатель уровня топлива УК126; 18 — указатель дохранитель; 19 — плафон ПК201; 20 — выключатель плафона П19-А2; 21 — поил лампы; 22 — датчик уровня топлива в основном баке БМ120-А; 23 — указателей поворота РС57; 24 — выключатель стоп-сигнала ВК12; 25 — главный полнительное реле стартера РС507-Б; 26 — кнопка сигнала; 27 — звуковой пильный (ионой) переключатель света П39; 28 — переключатель указателей ный фонарь ФП101



электрооборудования автомобиля ГАЗ-53А:

повторитель указателя поворотов; 4 — транзисторный коммутатор ТК102; 5 — 7 — соединительная панель; 8 — подавительный резистор; 9 — свеча зажигания-термометра ТМ100; 13 — датчик сигнализатора аварийной температуры; 15 — дополнительные резисторы СЭ107; 16 — подкапотная лампа; 17 — датчик электродвигателя стеклоочистителя; 20 — электродвигатель стеклоочистителя; 29 — лампы освещения приборов; 24 — указатель манометра УК130; 25 — контрольная лампа дальнего света фар; 28 — лампа сигнализатора аварийной температуры УК145; 31 — контрольная лампа указателей поворота; 32 — прерыватель датчиков уровня топлива; 36 — штепсельная розетка перенос-датчик уровня топлива в дополнительном баке БМ120-А; 39 — прерыватель переключатель света П38-Б; 42 — аккумуляторная батарея 6СТ-75; 43 — до-сигнал С56-Г; 46 — стартер СТ230-А; 47 — соединитель проводов; 48 — допол-поворота П106-А; 50 — штепсельная розетка прицепа; 51 — задний габарит-

жим катушки — безымянный зажим транзисторного коммутатора 4 — транзистор коммутатора — первичная обмотка импульсного трансформатора коммутатора — зажим Р коммутатора — зажим прерывателя-распределителя 6 — контакты прерывателя — корпус автомобиля — минусовой вывод аккумуляторной батареи.

Путь тока в цепи обмотки реле включения стартера: плюсовой вывод аккумуляторной батареи 42 — зажим стартера 46 — амперметр 25 — зажим АМ выключателя зажигания 18 — зажим СТ выключателя — зажим К реле включения 43 стартера — обмотка реле — зажим К реле — корпус автомобиля — минусовой вывод аккумуляторной батареи.

Путь тока в цепи термометра при питании цепи от генератора: плюсовой зажим генератора 10 — зажим амперметра 25 — зажим АМ выключателя зажигания 18 — зажим ПР выключателя — предохранитель 32 — зажим указателя 24 манометра — указатель 30 термометра — датчик 12 термометра — корпус автомобиля — минусовой зажим генератора.

Путь тока в цепи фар при ближнем свете от генератора: плюсовой зажим генератора 10 — зажим амперметра 25 — зажим АМ выключателя зажигания 18 — предохранитель 20 А — зажим 1 главного переключателя света 41 — зажим 4 переключателя — ножной переключатель света 48 — зажимы соединительных панелей 7 — зажимы фар 1 — нити накала ближнего света — корпус фар — корпус автомобиля — минусовой зажим генератора.

§ 44. НЕИСПРАВНОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ

Наиболее часто встречающимися неисправностями электрической сети автомобиля являются: обрыв и замыкание проводов на корпус; чрезмерное падение напряжения в цепях потребителей и источников электрической энергии.

Для определения обрыва проводов необходимо включить проверяемую цепь и при помощи контрольной лампы или вольтметра определить место обрыва. С этой целью присоединяют один провод от вольтметра или лампочки на корпус, а концом другого провода касаются поочередно зажимов, наконечников или жилы провода, начиная от аккумуляторной батареи до неработающего потребителя. Место, где лам-

па погаснет или стрелка вольтметра отклонится к нулю, укажет, что цепь имеет обрыв на участке от неработающего прибора до данной точки соединения. Обрыв провода можно определить и другим способом; для этого нужно отъединить концы проверяемого провода от зажимов крепления и соединить его последовательно с лампой (или вольтметром) к источнику электрической энергии. При наличии обрыва лампа не будет светиться, а стрелка вольтметра не будет отклоняться от нулевого деления шкалы. Для определения замыкания провода на корпус автомобиля необходимо отъединить концы проверяемого провода от зажимов крепления и присоединить один его конец последовательно с лампой или вольтметром к плюсовому выводу аккумуляторной батареи. При наличии замыкания провода на корпус лампа будет светиться, а стрелка вольтметра будет показывать напряжение на выводах аккумуляторной батареи.

Отказ в работе потребителей электрической энергии, подключенных к групповому термобиметаллическому предохранителю, чаще всего происходит вследствие размыкания его контактов при замыкании этой цепи на корпус автомобиля. Для проверки следует нажать на кнопку этого предохранителя и если его контакты разомкнутся вновь, то в цепи подключенных потребителей имеется замыкание на корпус автомобиля. В этом случае следует выключить потребители, нажать на кнопку включения предохранителя, а затем поочередно включают потребители. Исправные потребители будут работать. Если же какой-либо потребитель не будет работать, то в его цепи имеется обрыв. Если при включении какого-либо потребителя произойдет размыкание контактов предохранителя, то в этой цепи потребителя имеется замыкание на корпус. При определении падения напряжения в цепи освещения и других цепях необходимо включить исследуемую цепь, присоединить один провод от вольтметра к плюсовому зажиму генератора, а концом другого провода поочередно касаться зажимов проверяемой цепи в направлении к включенному потребителю электрической энергии. Показания вольтметра и будут определять величину падения напряжения в исследуемом участке цепи. Допустимое падение напряжения на каждом зажиме электрической цепи не должно превышать 0,1 В.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Материалы XXVI съезда КПСС. М.: Политиздат. 1981. 223 с.
2. Василевский В. И., Купеев Ю. А. Автомобильные генераторы. М.: Транспорт, 1978. 160 с.
3. Глезер Г. Н., Опарин И. М. Автомобильные электронные системы зажигания. М.: Машиностроение, 1977. 144 с.
4. Конофеев Н. Т. Автомобильные аккумуляторные батареи. М.: ДОСААФ, 1979. 64 с.
5. Резник А. М., Орлов В. П. Электрооборудование автомобилей. М.: Транспорт, 1981. 256 с.
6. Тимофеев Ю. Л., Ильин Н. М. Электрооборудование автомобилей. Неисправности и техническое обслуживание. М.: Транспорт, 1981. 144 с.
7. Бела Буна. Электроника на автомобиле. М.: Транспорт, 1979. 192 с.
8. Эксплуатация и ремонт стартерных аккумуляторных батарей/ М. А. Дасоян, О. С. Тютрюмов, Е. С. Арончук, К. И. Бирюк. М.: Транспорт, 1977. 152 с.
9. Техническая эксплуатация электрооборудования автомобилей в автотранспортных предприятиях. М.: Транспорт, 1976. 157 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

| | |
|--------------------|---|
| Введение | 3 |
|--------------------|---|

Г л а в а I

Система электроснабжения

| | |
|---|----|
| § 1. Общие сведения | 5 |
| § 2. Стартерные аккумуляторные батареи | 5 |
| § 3. Электролит | 11 |
| § 4. Химические процессы в аккумуляторе | 13 |
| § 5. Характеристики аккумулятора | 14 |
| § 6. Емкости аккумулятора и аккумуляторной батареи . . | 20 |
| § 7. Основные неисправности аккумуляторных батарей . | 25 |
| § 8. Проверка технического состояния аккумуляторных
батарей | 28 |
| § 9. Заряд аккумуляторных батарей | 32 |
| § 10. Хранение аккумуляторных батарей | 36 |
| § 11. Генераторы переменного тока | 37 |
| § 12. Регуляторы напряжения | 47 |
| § 13. Контактные регуляторы напряжения | 55 |
| § 14. Транзисторные регуляторы напряжения | 59 |
| § 15. Основные неисправности системы электроснабжения | 77 |
| § 16. Проверка технического состояния генераторов, регу-
ляторов напряжения, реле защиты и реле контрольной
лампы заряда аккумуляторной батареи | 86 |

Г л а в а II

Система зажигания

| | |
|--|-----|
| § 17. Общие сведения | 93 |
| § 18. Аппараты контактной системы зажигания | 94 |
| § 19. Принцип действия контактной системы зажигания . . | 110 |
| § 20. Характеристика системы зажигания | 117 |
| § 21. Контактнo-транзисторная система зажигания | 119 |
| § 22. Бесконтактная транзисторная система зажигания . . | 126 |
| § 23. Регулирование угла опережения зажигания | 133 |
| § 24. Основные неисправности системы зажигания | 139 |
| § 25. Проверка технического состояния аппаратов системы
зажигания | 145 |
| | 261 |

Глава III

Система пуска

| | |
|---|-----|
| § 26. Общие сведения | 154 |
| § 27. Характеристики электродвигателя стартера | 155 |
| § 28. Стартеры | 158 |
| § 29. Устройства для облегчения пуска двигателя при низких температурах | 171 |
| § 30. Основные неисправности системы пуска | 175 |
| § 31. Проверка технического состояния стартера | 178 |

Глава IV

Приборы контроля

| | |
|---|-----|
| § 32. Общие сведения | 184 |
| § 33. Контрольно-измерительные приборы | 184 |
| § 34. Основные неисправности контрольно-измерительных приборов | 205 |
| § 35. Проверка технического состояния контрольно-измерительных приборов | 209 |

Глава V

Система освещения и световой сигнализации

| | |
|--|-----|
| § 36. Головное освещение | 212 |
| § 37. Приборы системы освещения и световой сигнализации | 215 |
| § 38. Коммутационная аппаратура системы освещения и световой сигнализации | 222 |
| § 39. Основные неисправности системы освещения и световой сигнализации. Проверка технического состояния электрической цепи и аппаратов системы | 238 |

Глава VI

Дополнительное оборудование

| | |
|---|-----|
| § 40. Приборы звуковой сигнализации. Стеклоочистители. Электродвигатели | 241 |
| § 41. Устройства для снижения уровня радио- и тепломех | 251 |

Глава VII

Бортовая электрическая сеть автомобиля

| | |
|---|-----|
| § 42. Электропроводка | 254 |
| § 43. Схемы бортовой электрической сети электрооборудования автомобилей | 255 |
| § 44. Неисправности электрической сети | 258 |
| Список литературы | 260 |

Ильин Николай Михайлович
ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ АВТОМОБИЛЕЙ (II ИЗД.)

Обложка *Н. Н. Аникушина*
Технический редактор *Р. А. Иванова*
Корректор-вычитчик *В. Я. Кинареевская*
Корректор *Н. В. Каткова*

ИБ № 2340

Сдано в набор 01.06.82. Подписано в печать 10.09.82. Т-15134. Формат 84×108¹/₃₂.
Бум. тип № 2. Гарнитура литературная. Высокая печать. Усл. печ. л. 13,86.
Усл. кр.-отт. для пер. № 7 — 13,86, для обл. — 14,07. Уч. изд. л. 15,68.
Тираж 100 000 экз. Заказ 1004. Цена для пер. № 7 — 85 коп., для обл. — 50 коп.

Изд. № 1-1-2/8 № 1408.

Издательство «ТРАНСПОРТ», 107174, Москва, Басманный туп., 6а

Московская типография № 4 Союзполиграфпрома
при Государственном комитете СССР
по делам издательств, полиграфии и книжной торговли
129041, Москва, Б. Переяславская ул., д. 46